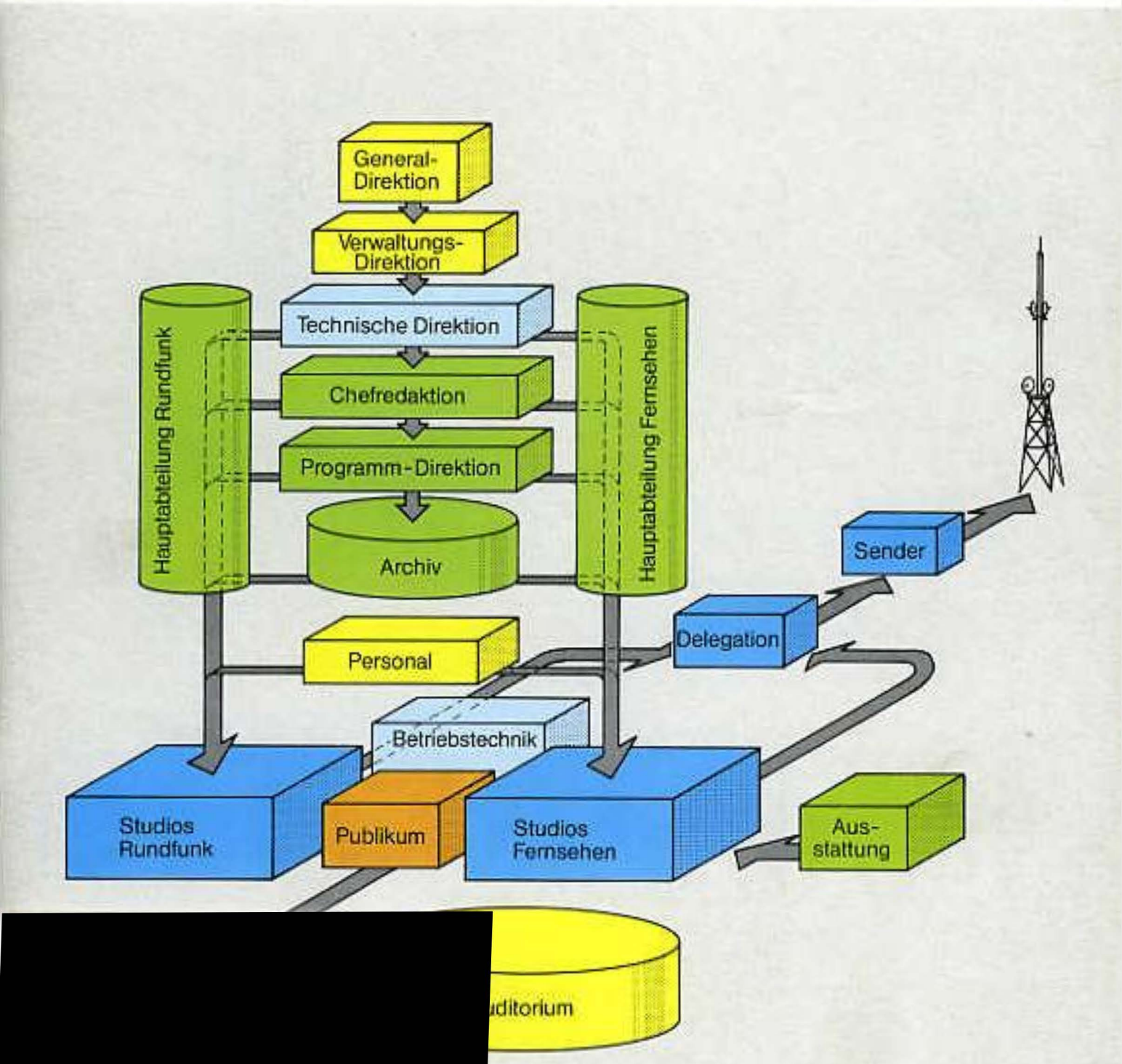
Funkschau 3

Rundfunk- und Fernsehtechnik, Elektronik, Hi-Fi, Audiovision, Mikrocomputer

52. Jahrgang
1. Februar 1980
DM 3,50
öS 33,– sfr 3,50

Restaurierung historischer Rundfunkempfänger
Neuartiges Lautsprechersystem

Mikrocomputer: Schachcomputer mit Niveau
Bauanleitung: Vorverstärker für 10-MHz-Zähler



Der zweite Tonkanal im Fernsehen — ein Streitobjekt

Die in diesem Heft auf der ersten Seite vom FUNKSCHAU-Express groß aufgemachte Meldung über die beschlossene Einführung des Zweikanaltons im ZDF hat die an sich bekannten Auffassungsunterschiede zwischen der ARD (1. und 3. Fernsehprogramm) und dem ZDF (2. Fernsehprogramm) publik werden lassen. Das ZDF, maßgeblich beeinflußt von seinem Technischen Direktor Rudolf Kaiser, meint, daß die Zeit reif ist; der richtige Anlaß wäre die Internationale Funkausstellung 1981. Beginnen würde man mit der ersten Ausbaustufe, die 32 ZDF-Sender umfaßt und 60 % der Bundesbürger versorgen kann. In jedem der folgende Jahre kämen weitere zehn Prozent hinzu. Die Kosten dieser ersten Ausbaustufe betragen für die Senderumstellung rd. 3,4 Mio. DM und für die Umrüstung der Modulationsleitungen 6,4 Mio. DM. Sender und Leitungen gehören im Falle des ZDF bekanntlich der Deutschen Bundespost. Deren Minister versicherte der FUNKSCHAU, daß sein Haus die Pläne des ZDF voll unterstützt. Anzumerken ist, daß sich die bundesdeutsche Fernsehgeräteindustrie ebenfalls positiv ausspricht... warum auch nicht?

Die ARD nimmt einen konträren Standpunkt ein. Er ist in der Denkschrift „Zweikanalton im Fernsehen, muß das sein?" von Chefingenieur A. Conrad/Hessischer Rundfunk dargestellt. Einige seiner Thesen, knapp zusammengefaßt:

- Viele Fernsehempfänger haben einen miserablen Ton, der auch durch die Einführung des zweiten Tonkanals nicht besser wird.
- Das Argument, daß nach der Einführung des zweiten Tonkanals fremde Filme in der Originalsprache empfangen werden können, hat keine Bedeutung, denn hierzulande beherrschten zu wenige Fernsehteilnehmer fremde Sprachen vollkommen.
- Warum Stereo im Fernsehen? Die wenigsten Fernsehprogramme eignen sich dafür; das vielbeschworene „Symphoniekonzert in Stereo" scheitert am Mißverhältnis „kleines Bild" zu „breite Tonbasis".
- Die Einführung des zweiten Tonträgers widerspricht zudem den Bemühungen, später einmal frequenzsparende Fernsehübertragungsverfahren einzuführen.
- Dann die Leitungskosten... auch ist hier die Technik noch nicht fertig. Weder ist das PSK-Verfahren für die Modulationsübertragung noch das PCM-System betriebsbereit.
- Die Fernsehsender können schwerlich vor 1990 alle umgestellt werden.

Conrad führt noch weitere negative Faktoren auf, und bei den Kosten kommt er zu dem Schluß, daß die völlige Umrüstung der drei deutschen Fernsehsendernetze rd. 31 Mio. DM kosten würde. Die neuesten Berechnungen ergeben sogar eine Summe von 35,8 Mio. DM, nicht gerechnet einige Millionen D-Mark für die Umstellung der Umsetzer. – Conrad fragt, ob diese Beträge für einen solchen „fragwürdigen Spaß" vertretbar sind.

Spaß hin, Spaß her: Wir erinnern uns noch der langen und bitteren Auseinandersetzungen bei der Einführung der UKW-Stereofonie. Wer siegte, ist bekannt.

Karl Tetzner

Die Technik der Zweikanalton-Übertragung im Fernsehen stellte Siegfried Dinsel/IRT München ausführlich in den Heften 19 und 20/1979 dar. Verwiesen sei auch auf den Report 795 der CCIR „Transmission of several sound or information channels in Television" aus dem Jahr 1978.

Leitartikel — Der zweite Tonkanal im Fernsehen – ein Streitobjekt 5

Leserbriefe 8

FUNKSCHAU aktuell — Empfindliche Wiedergabe-Tonköpfe in Dünnschichttechnik 11
Glasfaser-Übertragungsstrecke für die Deutsche Bundesbahn 12
1981 wird die RCA ihre Bildplatte einführen 12
Solarzellenherstellung mit Gleichstrom-Ionen-Plattierung .. 14

Informationen 37

FUNKSCHAU express — Aktuelle Nachrichten 47, 48, 49, 50

Professionelle Technik — Telcoplan – ein System für Hörfunk- und Fernsehzentren 51

Nachrichtentechnik — Optische Breitband-Übertragung 54

CB-Funk — CB-Sperrkreis 54

Bauelemente — Mechanische Frequenzselektion in der Nachrichtentechnik, 1. Teil 55

Antennen — Antennenweiche – made in Brazil ... 59

Halbleiter — Integrierter Deltamodulator 61
Transistoren für das 900-MHz-Band 61

Ausstellungen — Hobby-Messe Wien – ein paar kritische Bemerkungen 62

Rundfunkempfänger — Restaurierung historischer Rundfunkgeräte 63

Auslandsbericht — Brief aus Japan 66

Audiovision — Trinicon-Farbkamera für Heimanwendungen, 2. Teil 67

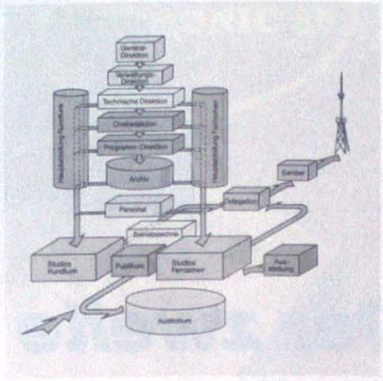
Meßtechnik — Neue Oszillografen-Serie 68

Grundlagen — Bauelemente in Theorie und Praxis, 2. Teil 69

Funktechnische Arbeitsblätter — VS 56 – Operationsverstärker – Anwendungen 71

Elektroakustik mit Hi-Fi — Dimensionierung eines Schallplatten-Entzerrers 75
PCM-Kassettendeck mit „Elcaset" .. 77
Hi-Fi-Lautsprecher mit neuartigem Wandlersystem 78

Zum Titelbild:



Neue und ausgereifte Konzepte zur Planung und Erstellung kompletter Funk- und Fernsehzentren in der ganzen Welt bietet Telcoplan-Systemtechnik. Eine spezifische Organisationsstruktur ist hierbei die Grundlage für eine organische Verbindung der Bereiche Programm, Technik und Verwaltung (siehe auch Seite 51).

(Aufnahme: AEG-Telefunken)

Mechanische Frequenzselektion in der Nachrichtentechnik

Seite 55

Das Wickeln von Spulen stößt bei Elektronikern heute meist auf wenig Gegenliebe. Deshalb versucht man, Selektion möglichst nicht mehr mit Schwingkreisen, sondern mit Quarzen, mit Keramikfiltern oder anderen mechanischen Resonatoren zu erreichen. Die sich ergebenden Vorteile sind einfacher Abgleich, hohe Frequenzstabilität und gute Reproduzierbarkeit der Durchlaßkurve.

Inhalt

Schachcomputer mit Niveau

Seite 81

Während die ersten Schachcomputer noch nicht einmal alle Regeln des „Spiels der Könige" beherrschten, sind die in letzter Zeit neu herausgekommenen Modelle wahre Könner ihres Fachs. Unser Beitrag stellt die Geräte Chess Challenger Voice, Chess Champion Super System III und Sargon ARB vor, die zur Spitzenklasse gehören und viele Nachteile früherer Versionen endlich vermeiden. Ihre Leistungen werden aus mehreren Testpartien deutlich.

10-MHz-Vorverstärker für Multifunktionszähler

Seite 89

Die meisten hochintegrierten ICs für Frequenz- und Periodendauermessungen arbeiten zwar bereits bis zu Frequenzen von 10 MHz, benötigen an ihrem Eingang aber TTL- bzw. CMOS-Pegel. In der Praxis ist es daher notwendig, einen Vorverstärker zu verwenden, der über einen ausreichend breiten Frequenzbereich hinweg und bereits bei einigen mV Eingangssignal arbeiten und über einen Schmitt-Trigger verfügen sollte, um beliebige Schwingungsformen verarbeiten zu können.

Mikrocomputer

Schachcomputer mit Niveau 81
Computer-Clubs 84
Basic-Texteditor 84
Das Capricom-Projekt (HP-85) 85
Drucker-Verwirrung 87
2650-Tutor – Der Mikrocomputer „Instructor 50" 87
µC-Nachrichten 88
TI-59-Modul „Electrical Engineering" 88
Impedanzwandler-Berechnung 88

Praxis & Hobby

10-MHz-Vorverstärker für Multifunktionszähler ICM 72168 89
IC betreibt 50-Watt-Hi-Fi-Endstufe .. 92
Schaltungskniffe – von Lesern für Leser 93
Bidirektionaler Schalter als RS-Flipflop 94
Trickreiches 4-Kanal-Lauflicht 94

Werkstattpraxis

Defekte Funkenstrecke verursacht unscharfes Bild 95
Fehlende Abstimmspannung bewirkt Dunkelsteuerung der Bildröhre 95
Hoher Einschaltstrom zerstört Sicherung 96
Fernbedienungsfunktionen falsch ... 96

Rubriken

Neue Bücher 97, 98
Neuheitenmarkt 101

Letzte Nachricht

Kompander-Demonstration in der "Hobbythek"

Jean Pütz und Dieter Kamm demonstrieren in ihrer Fernsehsendung "Hobbythek", wie man durch Verwendung von Kompandersystemen das störende Rauschen bei Kassettenrecordern verringern kann. Dabei kommt auch das neue Telefunken-High-Com-System zur Sprache. Man darf gespannt sein, wie es den Autoren gelingt, Hi-Fi auf dem nicht gerade optimalen Übertragungsweg des Fernseh-Tonkanals zu demonstrieren.
Die Sendung läuft zeitlich versetzt in den dritten Fernsehprogrammen: Westdeutscher Rundfunk: 7.2.1980 um 21.45 Uhr. Bayerischer Rundfunk: 9.2.1980 um 21.15 Uhr. Süddeutscher Rundfunk, Südwestfunk, Saarländischer Rundfunk: 10.2.1980 um 18.00 Uhr. Hessischer Rundfunk: 15.2.1980 um 21.30 Uhr. Norddeutscher Rundfunk: 17.2.1980 um 21.00 Uhr.

Leserbriefe

Zuschriften unserer Leser sind immer willkommen – Kürzungen müssen wir uns vorbehalten.

Unsere rhetorische Frage „Sind alle Amerikaner stupide...?" als Überschrift zum Leitartikel in Heft 25/1979 hat mehr Leser bewogen, uns ihre diesbezügliche Meinung zu sagen, als wir es sonst bei Leitartikeln gewohnt sind. Offenbar war das Thema „heiß" genug. Nachstehend eine Auswahl aus den Zuschriften, teilweise aus Platzgründen etwas gekürzt.

Aus der Seele gesprochen...

Ihr Kommentar in der FUNKSCHAU 25/79 spricht mir aus der Seele. Selten wurde die jetzige rundfunkpolitische Situation so deutlich ausgesprochen. Leider gibt es heute viel zu wenig Menschen, die weder mit den öffentlich-rechtlichen Wölfen mitheulen noch jede Änderung der versteinerten Medienlandschaft verteufeln.

Dr. Helmut Simon
Kaufbeuren

Wettbewerbsdruck, der den kulturellen Bestrebungen sehr bald endgültig den Garaus macht

Sonst oft und gern mit Ihren Ansichten konform, möchte ich diesmal Ihren Leitartikel in Heft 25/79 doch nicht unwidersprochen lassen.

Daß Massenmedien erzieherisch wirken – positiv oder negativ –, werden Sie nicht bestreiten. Daß das Gros der amerikanischen Fernsehprogramme in kaum mehr zu überbietender Weise „stupide" ist, bestätigt jeder, der drüben einmal eine Zeitlang Gelegenheit zum Zuschauen hatte. Und daß der übliche amerikanische Fernsehkonsum – von früh bis spät im Hintergrund – ebenfalls stupide ist, mag wohl sächlich damit zusammenhängen. Nein, vom Einbruch zusätzlicher, marktwirtschaftlich orientierter Fernsehprogramme in unsere Fernseh-Landschaft braucht sich, außer den technisch und wirtschaftlich daran Interessierten, niemand einen begrüßenswerten Zuwachs erwarten. Das könnte dem einzelnen unter uns aber egal sein, wenn wir nicht den ruinösen Druck dieser Zusatzangebote auf das öffentlich-rechtliche System zu befürchten hätten, ein Wettbewerbsdruck, der dem eh kümmerlichen Pflänzchen erzieherischer und kultureller Bestrebungen wahrscheinlich sehr bald den Garaus machen würde. Dann bliebe auch uns nur noch der Ausschalter oder die Entwicklung zum kritiklosen, am Inhalt gar nicht mehr interessierten Hintergrund-Fernsehkonsumenten. Ob wir nun allerdings die Medienvermehrung begrüßen oder nicht – sie wird auf alle Fälle kommen. Noch immer haben massive wirtschaftliche Interessen sich über alles hinweggesetzt.

Günter Schellenberger
Saal/Donau

Gratuliere...

Gratuliere zum mutigen Leitartikel in Heft 25. Endlich einmal jemand, der die Wahrheit sagt.

Dipl.-Ing. Gottfried Hentschel

Bremen

Diese provozierende Frage liegt schief...

Diese sicher provozierende Frage liegt schon in ihrer Verallgemeinerung schief. Gewiß trifft „Stupidität" nur auf einen Teil der Nordamerikaner zu. Die Möglichkeit, so zu werden, ist beim drüberen TV ganz bestimmt größer, da die Fernsehverbildung weiter fortgeschritten ist als bei uns. Dies ist der Preis für eine totale Kommerzialisierung dieses Mediums. Diese Entwicklung für unser Land abzuwehren, ist sehr wohl Aufgabe verantwortlicher politischer „Oberer". Nach meinem Geschmack reicht die Kombination von „Bild" und „RTL" z. Z. vollkommen, um unbedarfte Zuschauer zu verdummen.

Daß bei dieser Diskussion von interessierter Seite, oft mit viel Geld im Rücken, so viel Zündstoff und Begehrlichkeit aufgebracht wird, ist bedauerlich. Nicht zuletzt deshalb sind einige Kabelprojekte vorerst auf Eis gelegt worden, auf denen viele Hoffnungen ruhten. Sehen Sie sich Großbritannien an; dort führte die kommerzielle Konkurrenz zur BBC zu zwei flachen Programmen.

Sie sollten bei Ihrer Übersicht nicht so einseitig argumentieren und berechtigte Skrupel lächerlich machen. Sie und die FUNKSCHAU haben vor Jahren für den sogenannten CB-Funk geworben, bis der Staat weichgeklopft war. Damit haben Sie zur Befriedigung unausgefüllter Spielkinder jeglichen Alters der größten Hf-Umweltverschmutzung des Jahrhunderts die Tür öffnen helfen.

Johann Heinrich Stratenberg
Unna

Wie ist es denn bei den Druckerzeugnissen?

Bahnhofsbuchhandlungen, Zeitungskioske und andere Vertriebsstellen für Gedrucktes laufen über von der Vielfalt des Angebotes. Und noch immer kommen neue Magazine auf den Markt; manche bleiben, andere gehen wieder ein. Hier regt sich doch auch niemand über die „Medienvielfalt" auf. Wen was interessiert, der kauft, wen nicht, der läßt es bleiben. Niemand ist gezwungen, sich der „Reizüberflutung" hinzugeben, niemand beweint das höchst unterschiedliche Niveau des Angebotes. Vielmehr sucht sich jeder das aus, was ihm gefällt. Warum sollte das bei einem eventuell viel größeren Fernsehprogramm-Angebot in Zukunft nicht ähnlich funktionieren? Das dann benutzte Fernsehgerät wird doch auch einen Kanalwahlschalter und – einen Ausschaltknopf haben. Ich vertrete klar die Meinung, daß man m i r die Auswahl überlassen soll. Niemand anders hat in einer Demokratie das Recht, über meinen Medienkonsum im vorhinein zu bestimmen.

Wilhelm Solters
Paderborn

Industrie INLAND

In diesen Wochen bringt die Siemens-Electrogeräte GmbH ihre Hi-Fi-Anlagen auf den japanischen Markt! Der Vertrieb wird gemeinsam mit der Sanyo Electric Trading Co., Ltd., aufgenommen; Sanyo sichert auch den Service. Wie Siemens erklärt, will man künftig bevorzugt auf die Attraktivität des europäischen Designs und auf typisch europäische Innovationen bei der Entwicklung neuer Gerätelinien setzen. – Das Geschäftsjahr 1979 der Siemens Electrogeräte GmbH verlief auf dem Gebiet der Unterhaltungselektronik befriedigend. Mit den neuen Hi-Fi-Bausteinen wurden überdurchschnittliche Zuwachsraten erzielt, und vor allem entwickelte sich der Export ausgesprochen expansiv. Beispielsweise wurde aus einem OPEC-Land des Nahen Ostens ein Auftrag im Wert von 30 Mio. DM über SW- und Farbfernsehgeräte hereingeholt.

Nach außergewöhnlichen Zuwachsraten in den Jahren 1977 und 1978 stagnierte der Welt-Musikmarkt im Jahr 1979. Selbst der erfolgsgewohnte Konzern Polygram (Siemens/Philips) wird das letzte Jahr ohne Zuwachsrate abgeschlossen haben. Das ist nach Meinung der Geschäftsführung kein schlechtes Ergebnis, denn es habe 1979 keinen „Superhit" gegeben, der für rasante Umsatzzuwächse bei Schallplatten gesorgt habe. 1978 hatte der Polygram-Weltkonzern 2,37 Mrd. DM Umsatz erreicht. Das vergangene Jahr sei besonders durch eine „absolut unbefriedigende Ertragslage" gekennzeichnet. Polygram ist aber der Meinung, daß es auch wieder aufwärts gehen werde; das Übernahmeangebot für bestimmte Teile des Musik- und Verlagsgeschäfts der Decca Ltd., London, wird als „Zukunftssicherung" bezeichnet. Es sind aber noch kartell- oder aktienrechtliche Fragen zu beantworten, ehe die Transaktion abgeschlossen werden kann. Die Telefunken-Decca-Schallplatten GmbH (Teldec), die gemeinsam Decca und AEG-Telefunken gehört, soll vom Kauf durch Polygram ausgeschlossen und weiterhin selbständig bleiben.

Die Entwicklung der Honeywell-Elac Nautik GmbH, Kiel, verlief nicht ganz den Erwartungen entsprechend; das gesteckte Ziel konnte, wie sich Geschäftsführer Jürgen Kilian ausdrückte, nur „mit Hängen und Würgen" erreicht werden. Der Umsatz im Rumpfgeschäftsjahr 1978 (Mai bis Dezember) lag bei 13 Mio. DM, für das ganze Jahr 1979 wird mit 26 Mio. DM gerechnet. Der Zuwachs kommt vornehmlich aus dem militärischen Bereich. Der zivile Bereich, der ursprünglich drei Viertel des Geschäftsvolumens ausmachen sollte, hinkt wegen der Krise im Schiffsbau nach. Ein besonderes Problem ergab sich durch die Verlegung der Fischfangplätze nach der allgemeinen Einführung der 200-Meilen-Hoheitsgrenzen in tiefere Gewässer; das zwang zur Umstellung der gut eingeführten Elac-Fischortungsgeräte. – 1979 sollte die Belegschaft auf 400...450 Mitarbeiter aufgestockt werden. Das konnte nicht erreicht werden; Anfang Dezember 1979 lag die Zahl bei 380, allerdings sind einige Facharbeiterplätze unbesetzt.

Von der IBM Deutschland wird mitgeteilt, daß sich das Mietgeschäft bei Computern deutlich zu Ungunsten der Verkaufsumsätze verlagerte. Das Unternehmen dürfte 1979 einen Umsatz von 6,3 Mrd. DM erzielt haben. Es werden hierzulande 27 000 Mitarbeiter beschäftigt; davon sind 1500 in den Laboratorien tätig und weitere 8000 in der Fertigung. Den großen Rest stellen Vertrieb und Verwaltung. IBM Deutschland vergab im letzten Jahr im Bundesgebiet Aufträge in Höhe von 1 Mrd. DM, was die Sicherung von rd. 10 000 Arbeitsplätzen bei den Zulieferern bedeutete. Den gleichen Betrag will IBM Deutschland in diesem Jahr hierzulande investieren, weltweit investiert die IBM-Gruppe 5 Mrd. Dollar. Das deutsche Unternehmen ist die größte Auslandstochter des amerikanischen Konzerns.

Nixdorf plant, ab Februar in Berlin monatlich 2000 des neuen Taschencomputers LK 3000 herzustellen, später noch mehr. Bisher kam dieses Modell aus Malaysia. Die Zahl der Beschäftigten in der Berliner Nixdorf-Fertigung wird sich auf 370 erhöhen; zusammen mit der Entwicklungsabteilung, dem Service und dem Vertrieb gibt Nixdorf in Berlin rd. 600 Mitarbeitern Lohn und Brot. Über den Neubau einer Fabrik in Berlin ist noch nicht entschieden, Nixdorf hat das derzeitige Produktionsgebäude erworben und nutzt dort rd. 10 000 m² der insgesamt 14 000 m² Betriebsfläche.

Industrie AUSLAND

Bisher stellt im Ostblock lediglich die UdSSR Farbbildröhren her; dort soll es zwei größere Werke geben. Nunmehr wird im Glaswerk Osvetlovači Sklo in Valasske Meziriči/Tschechoslowakei eine Fertigung für die Herstellung von Farbbildröhren eingerichtet, wofür 2 Mrd. Kčr (rd. 140 Mio. DM) bereitgestellt werden. Es handelt sich um die größte Investition der tschechischen Glasindustrie. Das Werk hat bisher 65 % seiner Kapazität für die Herstellung von Beleuchtungsglas und 35 % für SW-Bildröhren bereitgestellt.

Die halbstaatliche britische Halbleiterfirma INMOS will in Bristol mit einem Aufwand von etwa 24 Mio. engl. Pfund (= rd. 90 Mio. DM) ihre erste Fabrik bauen, die Anfang 1982 die Fertigung von Memory Chips mit einer Belegschaft von 1000 Personen aufnehmen soll. 70 % des Kapitals von INMOS hält das englische National Enterprise Board.

Die Memorex GmbH, München, gab bekannt, daß das Stammhaus in den USA mit Jahresende 1979 weltweit Produktion und Vertrieb von professionellen Magnetbändern und Magnetbandkassetten eingestellt hat. Darunter fallen auch die 1-Zoll-Bänder vom Profityp MRX 716, die Konfektionierung für alle IVC-Anlagen sowie alle semiprofessionellen Bänder des Japan Standard 1, und die U-matic-Kassetten Q2HD, eine Ableitung vom Typ 716. Die Gründe für den Entschluß liegen in Rentabilitätsüberlegungen und der mangelnden Produktionskapazität, nachdem das Heimvideogeschäft sich stark ausweitete. Ab dem 2. Quartal 1980 wird Memorex VHS-Kassetten in Europa vertreiben. – Damit geht nach 15 Jahren ein interessanter Abschnitt in der Geschichte des 1961 gegründeten Unternehmens zu Ende; er begann 1964 mit der Lieferung eines 2-Zoll-Bandes für die großen Ampex-Anlagen. Dietmar H. Floehr, seit über elf Jahren verantwortlicher Verkaufsleiter Video für die deutschsprachigen Länder, wird dem Unternehmen weiterhin als Verkaufsleiter Textverarbeitung Nordeuropa verbunden bleiben.

Zwei Fernseh-Tonkanäle ab August 1981

Wie uns die Technische Direktion des ZDF, Mainz, mitteilt, ist endgültig entschieden, die Fernsehsender des ZDF ab Funkausstellung 1981 mit zwei Tonkanälen für Stereo- bzw. Zweisprachen-Übertragung auszurüsten. Versuchssendungen dieser Art, die im Vorjahr in den Bereichen München, Hannover und Stuttgart stattfanden, werden in Kürze im Raum Hamburg und Dortmund wiederholt. Die ARD hält bisher noch am Termin „1983" für die Zweikanal-Tonabstrahlung fest (siehe Leitartikel in diesem Heft).

Zur Person

Sam Fedida von der englischen Post Office Telecommunications wurde für seine Erfindung des Bildschirmtext-Systems in den späten 60er Jahren jetzt mit dem MacRobert-Award ausgezeichnet: eine Medaille und 25 000 engl. Pfund! Die Überreichung nahm der Duke of Edinburgh vor. Die englische Post führt gegenwärtig dieses System in den wichtigsten britischen Großstädten ein; es hieß bisher Viewdata und seit einiger Zeit Prestel.

Peter Benton, Managing Director von Post Office Telecommunications, wurde mit der MacRobert Goldmedaille ausgezeichnet.

Alfred Schmid, 66, Leiter des Kundendienstes der Firma Dual, Gebrüder Steidinger, St. Georgen, ist nach 25jähriger Tätigkeit für das Unternehmen in den Ruhestand getreten. Sein Nachfolger ist **Horst A. Sil,** 44.

Heinz Brand, Dipl.-Ing. ETH, bisher in der Generaldirektion Abt. Forschung und Entwicklung, der schweizerischen PTT, Bern, ist, wie wir schon kurz in Heft 22/79 an dieser Stelle erwähnten, am 1. Januar als Vice President Engineering zu den Fischer-Unternehmungen in Luzern gegangen. Brand, der als einer der ersten europäischen Experten für das Kabelfernsehen gilt, wird sich vornehmlich mit zukunftsgerichteten CATV-Projekten, Beratungs- und Schulungsaufgaben befassen. Zur Fischer-Unternehmensgruppe gehören u. a. die Telefusion AG, die Regionalantenne Thun AG und die Rast & Fischer AG.

Dir. Dr.-Ing. Helmut Carl, Leiter des Erzeugnisgebietes Übertragungstechnik der Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, war im Dezember 1979 40 Jahre im Hause. Seine erste Tätigkeit, noch bei der C. Lorenz AG, einer der Stammfirmen der SEL, war die Entwicklung von Radargeräten. Nach dem Kriege gehörte er zu der Gruppe von Lorenz-Ingenieuren, die sich in Pforzheim zusammenfanden. Hier entstanden mobile UKW-Funkanlagen und Kurzwellensender für den Überseebetrieb. Später leitete er eine Stelle für die Anlageplanung und die Entwicklung verschiedener Funksysteme. 1963 erhielt er Prokura und 1965 übernahm er die Leitung des Erzeugnisgebietes Übertragungstechnik. Hier konzipierte er u. a. das Weitverkehrs-Richtfunknetz in Mexiko.

Dr. Franz H. Vogt, Generalbevollmächtigter von Nordmende, Bremen, hat aus persönlichen Gründen um die Entbindung von seiner Verantwortung gebeten; diese Entscheidung wird noch in diesem Januar wirksam. Jedoch hat sich Dr. Vogt auf Wunsch der Konzernleitung (Thomson-Brandt) bereitgefunden, bis zum 31. März im Unternehmen zu verbleiben, um die von seinem Management getragenen Entscheidungen über die neue Vertriebskonzeption mit nach vorn zu tragen. Nordmende teilt mit, daß auch nach dem Ausscheiden von Dr. Vogt die Kontinuität der Vertriebspolitk des Unternehmens (Inland: Klaus Hartenstein) voll garantiert bleibt. Übrigens stellt Dr. Vogt auch seine Position bei Thomson-Brandt zur Verfügung.

Helmut Ricke, Geschäftsführer der Loewe Opta GmbH Vertrieb, ist jetzt der Vorsitzende des Aufsichtsrates der Gesellschaft zur Förderung der Unterhaltungselektronik – GfU. Sein Vorgänger Wolfgang Ruschemeier wechselte vor etwa einem halben Jahr von Blaupunkt zur Einzelhandelsorganisation Expert Bild + Ton in Langenhagen bei Hannover.

Wilfried Corrigan, Präsident und Hauptgeschäftsführer der Fairchild Corp., ist im Zuge des Überganges des Unternehmens an den Schlumberger-Konzern zurückgetreten, verbleibt aber als Aufsichtsratsvorsitzender. Seine bisherige Position übernimmt **Thomas C. Roberts;** letzterer war einige Jahre Geschäftsführer der Schlumberger Meß- und Kontrollgerätewerke in Großbritannien, er wurde 1978 Präsident und Finanzdirektor der Schlumberger Ltd., außerdem gehört er seit November 1979 dem Vorstand dieses Unternehmens an.

Gerhard Merz, Geschäftsführer der Beyschlag GmbH in Heide, wird am 30. Januar 60 Jahre alt. Der überzeugte Bayer, der es als Fortschritt ansieht, durch den Beyschlag-Umzug 1974 von Westerland nach Heide seinem Geburtsort München um rund 100 km näher gekommen zu sein, kam nach Studium, Funkmeß-Erfahrung im Krieg und elf Jahren der Beschäftigung mit Schwingquarzen und Kristalloptik bei Dr. Steeg & Reuter in Bad Homburg als Verkaufsleiter zu Valvo nach Hamburg. Er übernahm 1962 zusätzlich die Geschäftsführung der damals zu Philips gehörenden Electronic in Unterhaching und verschrieb sich 1964 mit dem Umzug auf die Insel Sylt als Geschäftsführer der Beyschlag GmbH endgültig dem Bauelement Widerstand. Das führte ihn in der Folgezeit auch zu langjähriger Tätigkeit als Vorsitzender der Fachabteilung Widerstände im FV 23 des ZVEI.

G. Merz ist seit 1938 begeisterter Funkamateur. Er widmete sich nach dem Krieg als Präsident des Bayerischen Amateur Radio Club und später als Pressereferent des Deutschen Amateur Radio Club intensiv dem Wiederaufbau des Amateurfunkwesens in Deutschland, insbesondere den langwierigen Verhandlungen zur Neulizensierung. Er bedauert heute nur, daß sein Rufzeichen DL 1 BB lange nicht so häufig im Äther zu hören ist, wie er es gern möchte. Es gibt da eben zu viele Widerstände.

Kurz berichtet

Etwa 60 % aller Haushalte in Norwegen verfügen über ein Farbfernsehgerät, womit nach Meinung der Marktbeobachter eine „kritische Phase" für den Handel erreicht ist; jetzt wird der Absatz schwieriger. ● **An den 1,6 Mio. Sendeminuten des bundesdeutschen Fernsehens (ARD und ZDF) pro Jahr hat die Werbung nur einen Anteil von 3,6 % – die Sendeanstalten beziehen aber daraus 35 % (!) ihrer Einnahmen (ARD: 31 %, ZDF 41 %).** Beim ARD-Hörfunk stammen 31 % der Einnahmen aus der Werbung, die nur 2 % der 8,2 Mio. Sendeminuten im Jahr belegt. ● **Für Oktober dieses Jahres ist der Start des 4. Hörfunkprogrammes des Bayerischen Rundfunks geplant.** Es soll täglich von 13 bis 19 und von 22.20 bis 24 Uhr etwa 60 % der Fläche Bayerns versorgen; eine Vollversorgung ist vorerst aus Mangel an Frequenzen nicht möglich. Zwischen 19 und 22.20 Uhr werden Sendungen für Gastarbeiter verbreitet. ● **Bei druckenden Tischrechnern zeichnet sich 1979 eine ähnliche Umsatzexplosion ab wie bei den Taschenrechnern in früheren Jahren.** In den ersten 10 Monaten 1979 konnte nämlich der Umsatz um 67 % auf 720 000 druckende Tischrechner gesteigert werden. ● Am 19.12.1979 waren es fünf Jahre her, **daß der europäische Nachrichtensatellit Symphonie 1 von Cap Canaveral/USA gestartet wurde. Er hat, obwohl seine „Regellebensdauer" längst abgelaufen ist, bisher einwandfrei gearbeitet,** desgleichen der ein Jahr später gestartete Symphonie II. 20 Länder haben sich bisher an den vielfältigen Experimenten dieses deutsch/französischen Gemeinschaftssatelliten beteiligt. ● Zur kommerziellen Ausnutzung der nach einigen Pannen doch noch erfolgreich gestarteten europäischen Trägerrakete „Ariane" **wurde das Unternehmen „Arianespace" gegründet, an der alle am Bau beteiligten Firmen, die französische Weltraumbehörde, zehn internationale Banken und deutschen Unternehmen beteiligt sind;** auf letztere dürften 19,6 % der Aufwendungen entfallen. ● **Der meteorologische Satellit „Meteosat 1" war Anfang Januar noch immer gestört, der Fehler liegt in der Abschaltautomatik der Hauptstromversorgung,** die periodische Instabilitäten zeigt. Die „Tagesschau" der ARD behilft sich seither mit etwas primitiven Bildern von umlaufenden metereologischen Satelliten der USA.

Dr. Artur Fischer 60

Seine Fabrik hatte sich bereits einen großen Namen als Lieferant von Dübeln gemacht, als Dr. Fischer auf den Gedanken kam, als persönliches Weihnachtsgeschenk für seine Hauptkunden den „fischertechnik-Baukasten" zu entwikkeln. Er schlug derart ein, daß er in Fabrikation genommen wurde und heute ein Welterfolg ist! Es entstand ein umfangreiches System für Kinder ab 6 Jahren mit Mechanik, Motorisierung, Statik, Elektromechanik und Elektronik zum Bau von funktionstüchtigen Modellen aus allen Bereichen der Technik. Selbst die Kleinsten wurden nicht vergessen; für sie schuf Dr. Fischer das „fischertechnik 3- bis 6-System". Unser Bild: der Erfinder mit der Bau-Spiel-Bahn für HO-Gleichstromgleise und einem Flugzeugmodell aus dem 3- bis 6-System.

Handel und Vertrieb

Dynatrade Import-Export GmbH ist in die Schimmelbuschstr. 25, 4006 Erkrath 2-Hochdahl (Tel.: 02104/31147, Telex: 8581168) umgezogen, bisher Düsseldorf. Die Räume sind größer, das Autobahnkreuz Hilden liegt unmittelbar daneben. Eine permanente Ausstellung zeigt das gesamte Programm; bis Jahresende 1979 gab es einen „Abholrabatt". Geschäftsführer ist Rudolf W. Major.

Die Akai International GmbH, Dreieich bei Frankfurt, geht am 1. April 1980 in den Besitz des japanischen Herstellers Akai Electric Ltd., Tokio, über. Die Vertriebsrechte in Deutschland für die Handelsmarke Akai lagen bisher in der Hand der Eurpac Service Inc., USA, die 1959 die deutsche Firma gründete. 1979 dürfte Akai International im Bundesgebiet für rd. 60 Mio. DM umgesetzt haben. Der Anteil der Videokassettenrecorder steigt und hat inzwischen einen Anteil von 40 % am Gesamtabsatz erreicht. – Das Mutterhaus Akai Electric Co., Ld., dessen Großaktionär die Mitsubishi Bank ist, dürfte im Geschäftsjahr 1979/80 weltweit für 450 Mio. DM (umgerechnet) verkaufen; davon bleiben aber nur 15 % im japanischen Mutterland. Vom Weltumsatz entfallen 40 % auf Tonbandgeräte, 22 % auf Videogeräte und der Rest von 38 % auf Hi-Fi.

Die Ultratronik GmbH, Münchner Str. 6, 8031 Seefeld b. München, ist offizieller Distributor für die Semiconductor Division von TRW im Postleitzahlgebiet 8. Vertrieben werden Transistoren, Schottky-Dioden, schnelle Gleichrichter, LVA-Dioden und Schutzdioden.

Auf dem Distributor-Meeting von Beckman Components GmbH im IHK-Bildungszentrum Feldkirchen wurden Zertifikate an diejenigen Distributoren ausgegeben, die im Geschäftsjahr 1978/79 das gemeinsam festgesetzte Umsatzziel erreicht oder übertroffen haben. Den ersten Platz nahm die Firma Goebel, Ludwigshafen, ein, eng gefolgt von MBS, München, und Sasco, Putzbrunn. Weitere Auszeichnungen gingen an sieben andere Distributoren. Dabei wurde erwähnt, daß die Firma Goebel sich mit einer relativ kleinen Belegschaft zum Umsatz-Millionär emporarbeitete.

Von der Bildplatte

Erst 1981 wird in den USA das „Jahr der Bildplatte" werden, weil dann die RCA mit ihrer Selctavision-Bildplatte auf dem Gesamtmarkt auftritt und eine Konkurrenz zur VLP-Bildplatte von Philips/MCA bilden dürfte. – 1979 war lediglich die VLP auf den beiden Testmärkten Atlanta und Seattle präsent; die amerikanische Philips-Tochtergesellschaft Magnavox dürfte rd. 5000 Plattenspieler für zuletzt 775 Dollar pro Stück verkauft haben. Weitere 5000 einer professionellen Ausführung hat die japanische Universal Pioneer mit Philips-Lizenzen an die General Motors verkauft; zur Zeit werden monatlich auch 2000 dieser VLP-Spieler an die IBM/MCA-Tochtergesellschaft Discovion Association abgesetzt. Nunmehr plant das Unternehmen auch die Lieferung von VLP-Plattenspielern in Heim-Version, die für weniger als 1000 Dollar in den Handel kommen. – Inzwischen sammeln die Väter der Bildplatte Lizenznehmer.

„Hätten Sie gedacht, daß die Hersteller von Plattenspielern ihre Ware immer mit System verkaufen?"

(Späßchen aus der traditionellen Neujahrspostille von Prof. Dr. Jan Harmans) –

Die RCA soll bereits sechs in Japan haben, Philips/MCA hat vier (Trio-Kenwood, Universal Pioneer, Sony, Sharp). Allgemein wird mit Spannung erwartet, welchem System sich die mächtige Zenith Corp. anschließen wird. Marktbeobachter meinen, es könne nur ein optisches System sein, denn der traditionelle Gegensatz zwischen RCA und Zenith – beide streiten verbissen um Platz 1 bei Farbfernsehgeräten – schließt eine Übernahme des kapazitiven Systems der RCA durch Zenith aus.

Noch ein System...

Eine echte Überraschung auf der Consumer Electronics Show, die im Januar in Las Vegas stattfand, war ein neuer tragbarer Videokassetten-Recorder von der japanischen Firma Funai. Das in einem eleganten Gehäuse im Format 25 cm x 25 cm x 8 cm untergebrachte Gerät wiegt nur 3,2 kg einschl. Batterien. Verwendet werden 1/4-Zoll-Kassetten mit Schrägspuraufzeichnung. Die Spieldauer beträgt zunächst 30 Minuten, soll aber bei Verwendung ganz dünner Bänder auf 1 Stunde ansteigen. Zusatzgeräte wie ein kleiner Tuner, ein Timer und eine passende Farbkamera kommen demnächst heraus. In den USA soll das Gerät ohne Kamera für weniger als 1000 Dollar ab Mitte 1980 im Handel sein; der Preis in Japan beträgt knapp 200 000 Yen oder rd. 835 Dollar. Eine Kassette wird für 7.50 Dollar angeboten werden. Funai erklärte, daß die Fertigung in Japan mit einer Monatsrate von 1000 Stück angelaufen ist; eine Aufstockung auf 4000 wird je nach dem Markterfolg geplant. Wie zu erfahren war, ist ein 33-cm-Farbportable mit dem eingebauten Funai-Minirecorder in Vorbereitung.

In den USA befürchtet man einen Wirrwarr bei Videokassettenrecordern. Neben den beiden etablierten Systemen VHS und Betamax sind angekündigt bzw. im Gespräch: die beiden Longitudinal-Systeme LVR von BASF und Toshiba, Video 2000 von Philips, die Mini-Maz von Blaupunkt, an der Bell & Howell (Partner von Bosch) Interesse hat, eine Videokassetten/Kamera-Kombination von Eastman Kodak, der oben erwähnte Funai-Recorder und – im Hintergrund – das 1974 erstmals von Sony vorgestellte Magnetkarten-System Mavica.

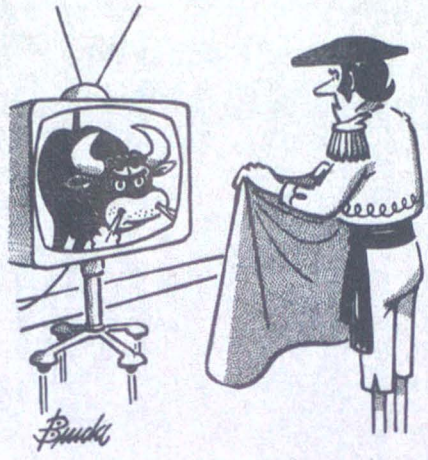
Die Post wird immer aktiver

Ohne viel Aufhebens hat der Verwaltungsrat der Deutschen Bundespost den Paragraphen 49a der Fernmeldeordnung („über die örtlichen Kabelnetze für die Übertragung von Ton- und Fernsehsignalen") redaktionell so geändert, daß die Post z. B. nicht nur die herkömmlichen Kupfer-Koaxialkabel, sondern auch die Glasfasertechnik einsetzen kann, sobald diese technisch reif ist. Wesentlich aber ist die weitere Änderung, derzufolge der bisherige Charakter der versuchsweisen Einrichtung von örtlichen Kabelnetzen aufgegeben wird, nachdem die Post auf diesem Gebiet ausreichende Erfahrungen gesammelt hat. Ihr steht nunmehr eine Standard-Koaxialtechnik zur Verfügung, die es zuläßt, daß sie die Einrichtung von örtlichen Kabelnetzen als Regeldienstleistung anbietet.

Dabei stehen im Vordergrund:

- *Wiederversorgung von Hochhaus-Abschattungszonen;*
- *Versorgung von Neubaugebieten, bei denen Einzeldachantennen von den Gemeinden nicht zugelassen werden;*
- *Kabelversorgung auf Wunsch der Gemeinde unter deren finanziellen Beteiligung.*

Der Unterschied gegenüber früher: Die Post trat auf diesem Gebiet bislang neben dem örtlichen Fernmeldehandwerk nur „versuchsweise" in Erscheinung, jetzt also ganz regulär mit einer „Regeldienstleistung". Es gab in den Kreisen des Fernmeldehandwerks ernsthafte Bestrebungen, die Post von diesem Gebiet völlig fern zu halten; eine diesbezügliche Verfassungsbeschwerde wurde allerdings vom Bundesverfassungsgericht nicht angenommen (vgl. Heft 3/79, S. 123 und Heft 17/79, S. 970). Was dem Handwerk bleibt, ist das Versprechen der Post, ihm die Installation in den Gebäuden ab Übergabepunkt zu überlassen. Flugs erhebt sich die Frage, ob denn die von der Post erstellten Übertragungsnetze alleine der Post gehören werden. Dazu Postminister Gscheidle weise: Diese Änderung des Paragraphen 49a der Fernmeldeordnung berührt nicht die Frage nach der Netzträgerschaft.



Veranstaltungen und Termine

Die Hobby-tronic '80 wächst sich zu einem respektablen Unternehmen aus. Wenn sie am 20. Februar in Dortmund ihre Pforten öffnet – an diesem Tag nur für den Fachhandel, das Publikum ist von 21. bis 24. Februar eingeladen – dürften rd. 200 Aussteller die Hallen 4 und 5 füllen. Zum ersten Mal gab es die Hobby-tronic im Jahr 1978, damals wurden 78 Aussteller gezählt; 1979 waren es bereits 135. – Den Mittelpunkt bildet wiederum das diesmal auf nunmehr 250 m² erweiterte *Action-Center* mit einem Non-Stop-Programm „Informationen aus allen Bereichen der Freizeit-Elektronik": ein funktionstüchtiges Elektronik-Labor, der CB-Funk, die Funkamateure, die DXer, eine Beratung über Tonbandtechnik, funkferngesteuerte Modellschiffe im Wasserbekken, ausführliche Beratung über Mikrocomputer und Hobby-Computer usw. – Übrigens steht der Termin der Hobby-tronic *1981* bereits fest: 18. bis 22. Februar.

Die Visodata wird nunmehr vom 10. bis 14. Juni 1980 zum vierten Male in München abgehalten. Im Mittelpunkt steht auch diesmal der mehrtägige Kongreß, verbunden mit einer Sonderschau und einer Fachausstellung. Weitere Einzelheiten in einem der nächsten Hefte in der Rubrik „Informationen".

Micro Expo '80 ist die 5. gleichnamige Veranstaltung in Paris vom 6. bis 8. Mai 1980, abgehalten im Centre International de Paris. 1979 war die Veranstaltung von rd. 10 000 Interessenten besucht. Diesmal steht der Ausstellung der doppelte Raum im Vergleich zum Vorjahr zur Verfügung. Das Vortragsprogramm findet während der Ausstellung täglich von 16.30 bis 20 Uhr statt und umfaßt die vier Grundthemen Personal-Computer, Neuheiten, industrielle Anwendung und Kommunikation.
Auskünfte: Sybex, 18, rue Planchat, F-75020 Paris.

Das 2. Düsseldorfer Büroforum – „Die Bürokommunikation der 80er Jahre" – findet am 4. März 1980 im Hotel Nikko, Düsseldorf, unter Leitung der Unternehmensberatung Roland Berger & Partner, München, statt. Unter den Referenten befinden sich u. a. Dipl.-Ing. Kanzow vom Bundespostministerium und Dr.-Ing. G. Eisenbeiß vom BMFT. Auskunft: PR-Redaktion Leckebusch KG, Postfach 171, 7142 Marbach/Neckar, Tel. 0 71 44/3 66 76.

Organisationsänderung bei Saba

Um die Anforderungen der 80er Jahre zu erfüllen, sind bei der Saba Werke GmbH, Villingen, organisatorische Veränderungen vorgenommen worden. Am wichtigsten ist offenbar die Einrichtung von zwei neuen Unternehmensbereichen:
Saba-Geschäftsbereich AUDIO. Er wird von **Dipl.-Ing. Eike Bär,** 38, geleitet. Hier sind die Verantwortungen für alle markt- und produktpolitischen Hi-Fi-Entscheidungen zusammengefaßt. Bär war vorher Leiter des Marketings der Saba-GmbH. *Saba-Geschäftsbereich Marketing und Vertriebs-Strategien,* geleitet von **Hans-Joachim Runge,** 52. Hier sind die Verantwortungen für die Vertriebsstrategie des Unternehmens und für die Kommunikationsfunktionen Presse und Öffentlichkeitsarbeit, Werbung und Verkaufsförderung zusammengefaßt. Runge leitete seit 1976 den Saba-Inlandsvertrieb.

Weitere personelle Veränderungen:
Ulrich Kolberg, 46, übernahm die Leitung des Saba-Inlandsvertriebes; er war bisher Saba-Verkaufsleiter Süddeutschland.
Dieter Gessner, 42, leitet jetzt die Abteilung Marktforschung der Saba GmbH. Er kommt von der Braun AG, wo er seit 1970 in gleicher Position tätig war.
Alle Veränderungen der Organisation usw. traten am 1. Januar 1980 in Kraft.

Video

In den ersten zehn Monaten des Jahres 1979 exportierte Japan rd. 1,3 Mio. Videokassettenrecorder im Wert von 715,5 Mio. US-Dollar (rd. 1,3 Mrd. DM), woraus sich ein durchschnittlicher Exportpreis von 550 US-Dollar ergibt (ca. 990 DM). Im ganzen Jahr 1979 dürfte der japanische Export dieser Geräte 1,7 Mio. Stück erreicht haben, das sind 75 % mehr als 1978.

Der amerikanische Unterhaltungskonzern MCA bringt jetzt ganz neue Kinospielfilme, nur wenige Monate nach der Uraufführung, auf VLP-Bildplatten heraus, und zwar noch vor der Auswertung durch Pay-TV. Die Platten haben eine Laufzeit von zwei Stunden. Wie MCA mitteilt, sind die Lieferschwierigkeiten bei der VLP-Bildplatte behoben. Die Einzelhandelskette Fotomat beginnt jetzt mit dem Verleih von VLP-Platten. Eine für 24.95 Dollar verkaufte Platte kann für eine 5-Tage-Periode für 8.95 Dollar gemietet werden. Der gleiche Film auf einer Videokassette kostet für die 5-Tage-Periode etwa 14 Dollar.

Heinz A. Borig

Telcoplan – ein System für Hörfunk- und Fernsehzentren

Unter dem Systembegriff Telcoplan wurde von AEG-Telefunken, Fachbereich Elektroakustik, in Verbindung mit der Plangruppe Funk und Fernsehen beim Planzentrum freier Architekten und Ingenieure, München, ein System zur Erstellung kompletter Funk- und Fernsehzentren entwickelt. Leitgedanke dieser Systemtechnik ist es, ein optimiertes Planungsverfahren für abgestimmte Komponenten auszuarbeiten, um dem Anwender ausgereifte und funktionsgerechte Funk- und Fernsehzentren schlüsselfertig und betriebsbereit zur Verfügung stellen zu können, für die schon vom Planungsstadium an in allen Teilen das jeweils letztgültige Know-how berücksichtigt wurde.

Planungskonzept und Systemtechnik

Telcoplan ist ein modulares Planungskonzept mit einem Bausatz aus koordinierten Systemkompenenten für alle Teile des Gebäudes und seine technischen Einrichtungen. Die Komponenten sind so aufeinander abgestimmt, daß sie sich wie Bausteine sinnvoll in- und aneinanderfügen. Funk- und Fernsehzentren jeder Art und Größe – oder auch nur Ergänzungen bestehender Anlagen – können auf der Basis dieses Systems schnell geplant und in einem kurzen Zeitraum realisiert werden.

Die Telcoplan-Systemtechnik (*Bild 1*) umfaßt folgende Bereiche: Architektur, Bautechnik, Haustechnik, Energieversorgung, Kommunikation, Hörfunktechnik, Fernsehtechnik und Sendertechnik. Idee, Konzeption und Funktion der Rundfunk- und Fernsehzentren müssen von einer vorgegebenen oder zu erarbeitenden Organisationsstruktur ausgehen und dann die Aufgabe lösen, die drei Bereiche Programm, Technik und Verwaltung organisch miteinander zu verbinden (siehe Titelbild dieses Heftes). Entsprechend den Anforderungen, die an die Programmproduktion gestellt werden, wird schließlich der funktionale Zusammenhang der Arbeitsplätze hergestellt.

Das komplexe Problem, funktionstüchtige Hörfunk- und Fernsehzentren zu planen und zu bauen, beginnt mit einer Systemanalyse, die alle notwendigen Funktionen erfaßt. Von der Verwaltung über die Redaktion und Programmgestaltung bis hin zur Studio- und Sendertechnik wird an alles gedacht. Die funktionalen Einheiten werden präzise definiert und in ihren Funktionsabläufen systematisch aufeinander abgestimmt.

Dieses Verfahren gewährleistet die optimale und konfliktfreie Koordination der räumlichen und technischen Funktionen. Die Systemtechnik trägt nicht zuletzt auch dazu bei, daß die relativ komplizierte Struktur moderner Funk- und Fernsehzentren durchschaubar bleibt. Das erleichtert ganz wesentlich die nicht selten problematischen Investitionsentscheidungen.

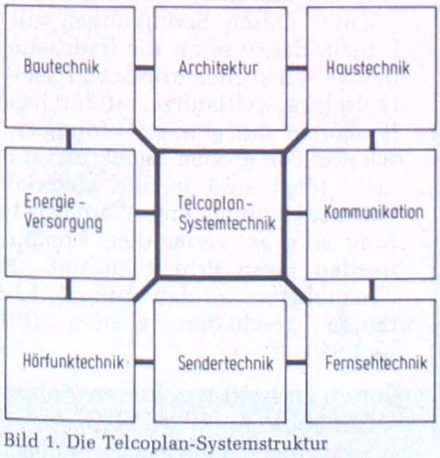


Bild 1. Die Telcoplan-Systemstruktur

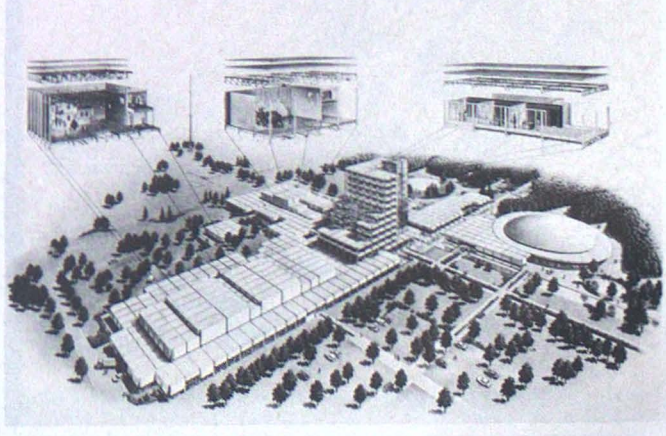


Bild 2. Die Telcoplan-Systemtechnik: Bausatz für Funk- und Fernsehzentren

Ein Bausatz aus vorfabrizierten bau- und einrichtungstechnischen Komponenten, die je nach Aufgabenstellung miteinander kombiniert werden können (*Bild 2*), ermöglichen es, Objekte schneller und sicherer als bisher zu planen und zu realisieren. Dem Anwender werden eine sehr wirtschaftliche, bauliche Leistung und eine perfekte technische Ausstattung angeboten.

Alle Einzelkomponenten sind variabel bezüglich der Möglichkeiten gegenseitiger Zuordnung. Sie können deshalb maßgeschneidert und ganz individuell auf die jeweiligen Bedürfnisse und Wünsche des Anwenders kombiniert werden. Ihre sehr gute Anpassungsfähigkeit trägt wesentlich dazu bei, sowohl die Baukosten als auch die Nutzungskosten in einem wirtschaftlich vertretbaren Rahmen zu halten.

Die vorfabrizierten Komponenten sind so ausgelegt, daß sie wirtschaftlich zum gewünschten Standort transportiert und sicher und schnell montiert werden können. Das System ist so konzipiert, daß die ortsansässige Bauwirtschaft mit einbezogen werden kann.

Im Rahmen rationeller Sachlichkeit und der Ausrichtung an der Funktion gehört zur Telcoplan-Konzeption auch die optimale Anpassung an Klima und Kultur des Anwenderlandes. Klimagerechtes und standortbezogenes Bauen und Ausstatten beruht nämlich nicht nur auf ästhetischen, sondern in ganz besonderem Maße auch auf wirtschaftlichen Überlegungen. Hierbei wird die oft Jahrhunderte alte örtliche Bautradition für die modernen Aufgaben nutzbar gemacht, indem ihre konstruktiven und architektonischen Vorzüge zur Steigerung von Wirtschaftlichkeit und Funktionalität herangezogen werden, nicht zuletzt aber auch, um die Unterhalts- und Folgekosten in vertretbarem Rahmen zu halten.

Außerdem werden die örtlichen Klimabedingungen berücksichtigt. Auch in gemäßigten Klimazonen muß man die Kräfte der Natur wie Sonne, Wind, Abstrahlung ins Freie usw. beachten, wenn man gute, dem Menschen zuträgliche und wirtschaftliche Bauwerke schaffen will.

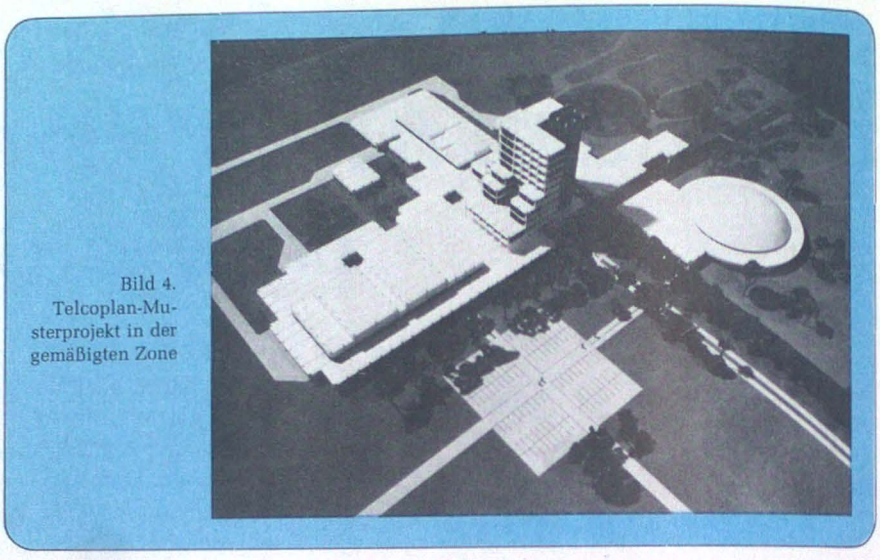


Bild 4. Telcoplan-Musterprojekt in der gemäßigten Zone

Bauen in gemäßigten Zonen

Das Klima wird bestimmt von starken, jahreszeitlichen Unterschieden. Vorrangig ist der Wärmebedarf für die Behaglichkeit des Innenklimas im Winter, und das bedeutet gute Wärmedämmung. Die kurzzeitige Sommerhitze kann baulich leicht beherrscht werden. Die natürlichen Umweltenergien müssen im Bau zum Teil abgeschirmt und zum Teil nutzbringend einbezogen werden. So kann z. B. die Sonneneinstrahlung durch bauliche Maßnahmen für die Beheizung herangezogen werden.

Telcoplan beherrscht die Verfahren der naturgemäßen Klima-Kontrolle und will auch hier eine stärkere Anpassung an die lokale Bautradition erreichen (*Bild 3* und 4).

Bauen in warm-feuchten Zonen

Das Klima in warm-feuchten Zonen ist gekennzeichnet durch eine gemilderte Einstrahlung am Tage und eine behinderte Ausstrahlung in der Nacht. Die Lufttemperatur ist daher relativ konstant und nicht sehr hoch.

Unter diesen Bedingungen gilt im Prinzip das, was für die traditionellen Bauweisen in allen tropischen Gebieten typisch ist: weitläufige, luftdurchspülte Baukörper mit großen Öffnungen, beschattet von großen Dächern und Bäumen. Ideal sind leichte Materialien, Wärmedämmung und Wärmespeicherung sind zu vermeiden. Kombiniert werden diese Prinzipien mit neuen Technologien, so daß optimale Klimaräume geschaffen werden (*Bild 5* und 6).

Bauen in heiß-trockenen Zonen

Das typische Wüstenklima ist bestimmt durch hohe Einstrahlungsquoten am Tage und eine ebenso hohe Ab-

Obering. Heinz A. Borig, Jahrgang 1927, studierte in Frankfurt/Main. Zunächst war er Planungsingenieur beim Hessischen Rundfunk in Frankfurt und danach Leiter der Betriebsausrüstung bei dem damaligen Freien Fernsehen in Eschborn/Frankfurt. Seit 1961 ist er bei AEG-Telefunken, Fachbereich Elektroakustik, beschäftigt und hier zuständig für den Bereich Studiotechnik mit den Rundfunkanstalten.

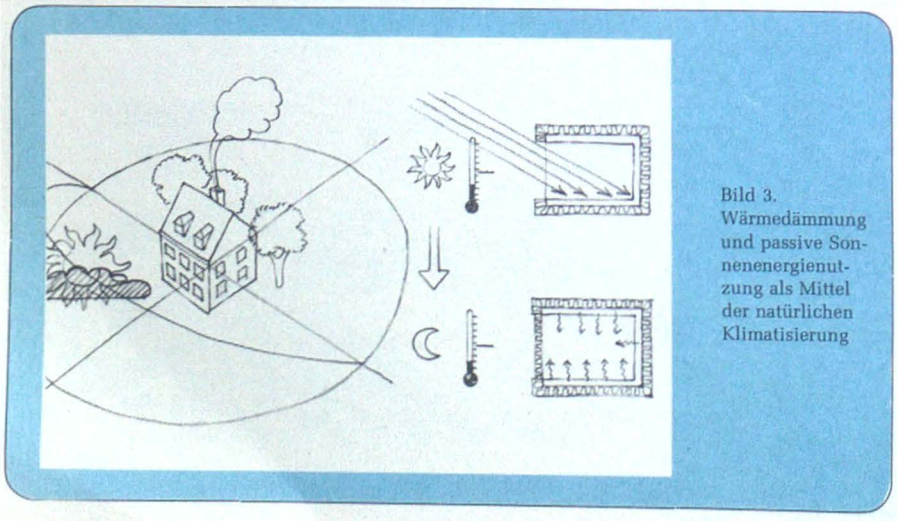


Bild 3. Wärmedämmung und passive Sonnenenergienutzung als Mittel der natürlichen Klimatisierung

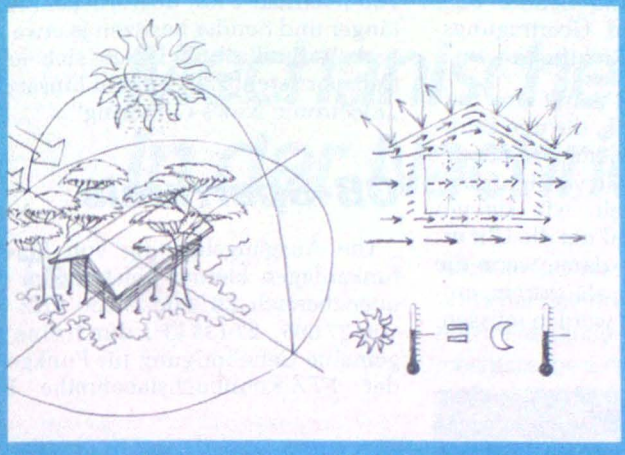


Bild 5. Luftzirkulation und Schatten als Mittel der natürlichen Klimatisierung

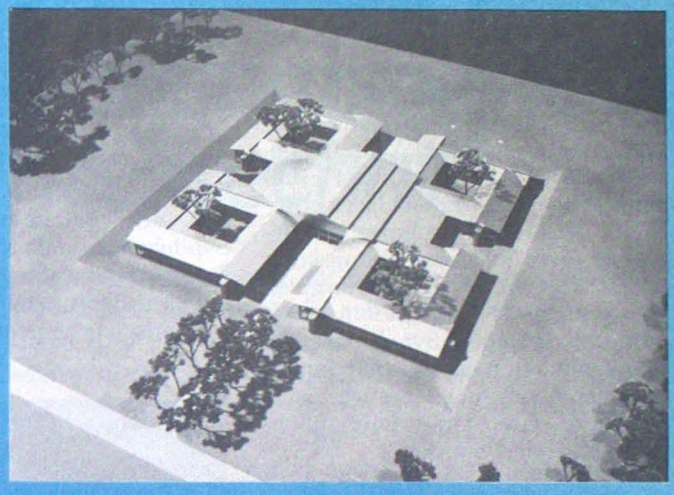


Bild 6. Musterprojekt in feucht-warmer Zone

strahlung in der Nacht. Die daraus resultierenden extremen Unterschiede der Tages-Amplitude können durch wärmespeichernde Baumassen ausgeglichen werden.

Gleichzeitig sind hierbei aber auch Reflexion und Wärmeausstrahlung zu steuern. Die Baukörper müssen – wie die traditionelle Bauweise in allen Wüstenregionen der Erde zeigt – sehr kompakt und nach innen orientiert sein. Das bedeutet geringe Außenflächen, tiefe Räume und kleine Fenster- und Türöffnungen. In den kleinen Innenhöfen spenden Pflanzen und Wasser Kühle durch Feuchtigkeit. Ohne viel künstliche Klimatisierung kann auch in der Wüste ein behagliches Innenklima geschaffen werden. Erde, Sand und Stein sind auch heute noch ideale Baumaterialien in diesen Zonen (*Bild 7* und 8).

Die technische Ausstattung

Neben den baulichen Komponenten stehen mit dem gleichen Gewicht die Elemente der technischen Ausstattung. Diese Elemente sind vielfach in der Praxis erprobt, ausschließlich an ihrer Funktion orientiert und so abgestimmt, daß sie einwandfrei ineinandergreifen. Das garantiert ein homogenes Arbeiten des Gesamtsystems von der Energieversorgung bis zum Sender.

Entsprechend der jeweiligen Programmstruktur ermöglicht die Telcoplan-Systemtechnik einen optimal wirtschaftlichen Betriebsablauf auch unter Dauerbelastung. Das erfordert eine hochspezialisierte Präzisionstechnik.

Ein wichtiger Faktor der technischen Ausstattung ist die Energieversorgung. Ohne eine ausreichende und zuverlässige Versorgung können wesentliche Teile der technischen Einrichtungen ihre Aufgabe nicht erfüllen. Ebenso ist eine durchdachte Haustechnik unumgänglich, und externe und interne Einrichtungen der Kommunikation sind Voraussetzungen für den rationellen Ablauf des Betriebes. Um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, ist für die Bereiche Energieversorgung, Haustechnik und Kommunikationstechnik ein Wartungsdienst erforderlich.

Kernpunkte eines Zentrums sind die Bereiche für Rundfunk und Fernsehen. Der technische Bereich für ein Hörfunkzentrum umfaßt die Studioeinrichtungen, Ton-Übertragungswagen für Außenübertragungen und einen War-

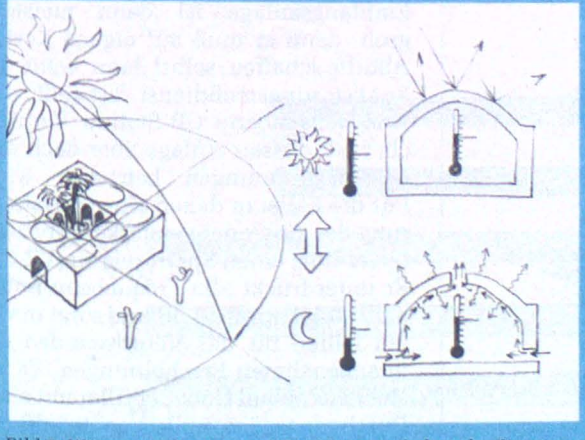


Bild 7. Wärmespeicherung und Strahlungsverhalten der Baumassen als Mittel der natürlichen Klimatisierung

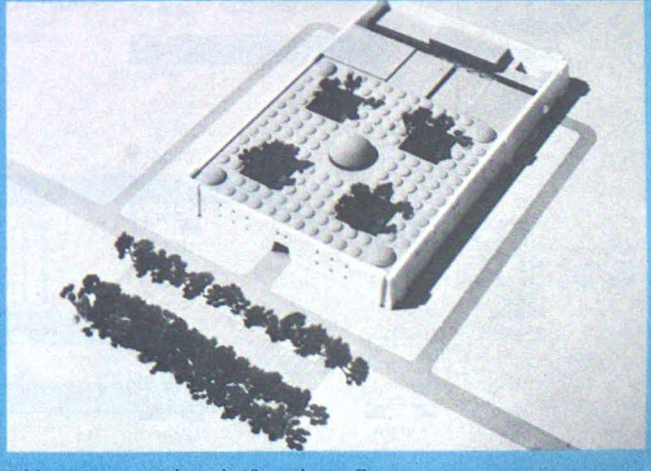


Bild 8. Musterprojekt in heiß-trockener Zone

tungsdienst. Zum technischen Bereich für ein Fernsehzentrum gehören die Studioeinrichtungen mit der Studiobeleuchtung, die bühnentechnischen Einrichtungen, Fernseh-Übertragungswagen für Außenübertragungen und ebenfalls ein Wartungsdienst. Wenn zur Berichterstattung im Außendienst Filmkameras eingesetzt werden, ist es erforderlich, den fernsehtechnischen Bereich um einen Filmbearbeitungskomplex zu erweitern. Dieser Komplex kann, je nach Bedarf, mit einer Kopieeinrichtung, einem Synchronstudio und Schneideräumen sowie mit den für die Kamerateams notwendigen Fahrzeugen und deren Unterstellmöglichkeiten ausgerüstet werden.

Die erforderlichen Sendeeinrichtungen werden – entsprechend den Voraussetzungen – entweder dem Zentrum zugeordnet oder an topografisch günstig Orten errichtet. Die Verbindungen zwischen Zentrum und Sender oder zwischen Sender und Übertragungswagen erfolgen über Richtfunk.

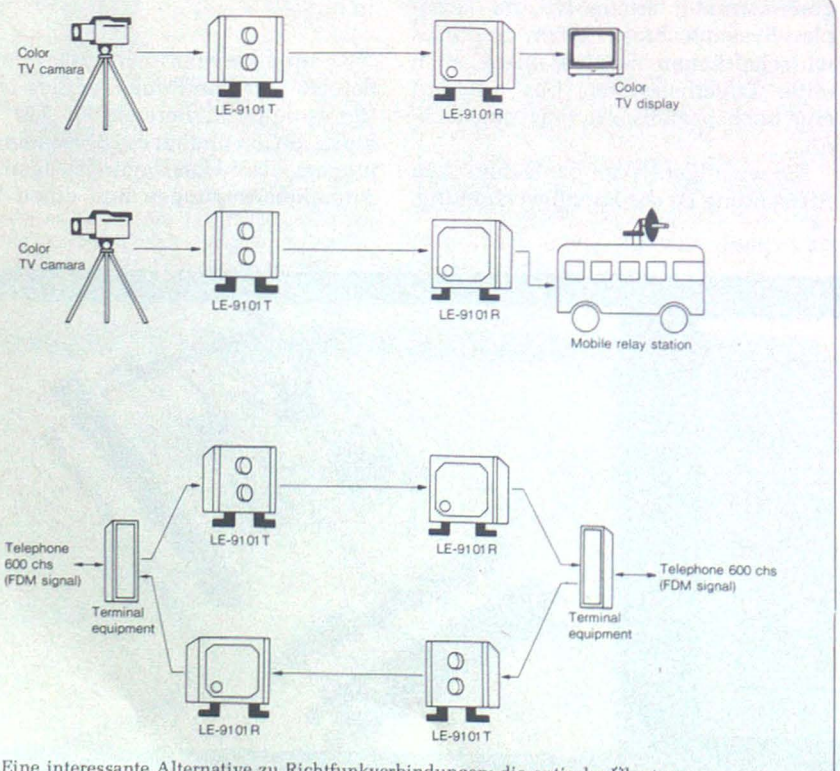
Dieses System bietet damit eine Studio- und Sendertechnik, die den Erfordernissen der verschiedenen Sendeformen angepaßt ist. Sie verfügt ferner über eine Belastbarkeit, wie sie ein Sendebetrieb auch rund um die Uhr erfordert und zwar auch dann, wenn die äußeren Bedingungen als extrem problematisch bezeichnet werden müssen.

Stichworte zum Inhalt

Telcoplan-Planungskonzept, Telcoplan-Systemtechnik, natürliche Klimatisierung beim Bauen in gemäßigten, warm-feuchten und heiß-trockenen Zonen, technische Ausstattung.

Optische Breitband-Übertragung

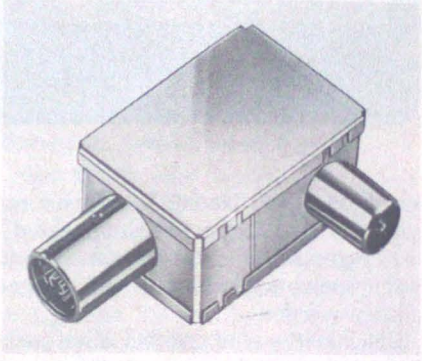
Das japanische Unternehmen NEC entwickelte eine Einrichtung zum breitbandigen Übertragen beliebiger Signale, z. B. eines Video- oder eines Telefon-FDM-Signales. Als Lichtquelle dient eine GaAs-Laserdiode mit einer Ausgangsleistung von 5 mW (Spitzenpegel). Empfangsseitig wird eine Silizium-Avalanche-Fotodiode verwendet. Mit den verwendeten Optiken läßt sich draht- und glasfaserlos eine Entfernung von maximal 2 km überbrücken. Empfänger und Sender besitzen je etwa Aktenkoffergröße und lassen sich leicht transportieren, z. B. für den Einsatz bei „Electronic News Gathering".



Eine interessante Alternative zu Richtfunkverbindungen: die optische Übertragung

CB-Sperrkreis

Die Ausgangsleistung von Sprechfunkanlagen kleiner Leistung im Frequenzbereich 26 960...27 280 kHz (davon 27 005...27 135 kHz durch eine Allgemeine Genehmigung für Funkgeräte der FTZ-Kennbuchstabenreihe PR... und KF... freigegeben) ist auf den freigegebenen Kanälen mit 500 mW am Geräteausgang durch die Deutsche Bundespost genau definiert. Aber dennoch können Sendungen dieser Geräte in unmittelbarer Nachbarschaft betriebene Empfangsanlagen stören oder störende Beeinflussungen verursachen. Besonders in Ballungsgebieten mit hoher Funkdichte lassen sich solche Erscheinungen oft beobachten. Sehr anfällig sind dabei Empfangsanlagen mit Breitband- oder Mehrbereichverstärkern mit FTZ-Nummer ohne „S"-Zeichen. Der Ärger beim Betreiber der Empfangsanlage ist dann meistens groß, denn er muß auf eigene Kosten Abhilfe schaffen, selbst dann, wenn der Funkstörungsmeßdienst feststellt, daß eine benachbarte CB-Station Verursacher ist, dessen Anlage aber nach den DBP-Bestimmungen betrieben wird. Für die Fälle, in denen eine Übersteuerung des Antennenverstärkers vorliegt, bietet Wisi einen Sperrkreis an (VZ 07). Er unterdrückt alle Frequenzen unterhalb 30 MHz mit 40 dB und sorgt in vielen Fällen für das Verschwinden der unangenehmen Erscheinungen. Er besteht aus einem Hochpaßfilter mit einer Durchgangsdämpfung von 0,5 dB im Bereich von 30...860 MHz und wird lediglich zwischen Antenne und Verstärker gesteckt.



Signale aus dem Kurzwellenbereich werden mit diesem Filter unterdrückt und eine Übersteuerung des Breitband-Antennenverstärkers vermieden

Dipl.-Ing. W. Rienecker

Mechanische Frequenzselektion in der Nachrichtentechnik

1. Teil

Auch im Zeitalter der VLSI-Höchstintegration, der digitalen Nachrichtenübertragung und einer Reihe neu entwickelter Filtertechnologien haben mechanische Bauelemente noch eine große Bedeutung für die Frequenzselektion. So ermöglichen Quarze als mechanische Einzelelemente hohe Langzeitstabilität, gutes Temperaturverhalten und große Güten für analoge Oszillatoren, Filterschaltungen und digitale Taktgeneratoren. Mechanische Filter in unterschiedlichen Technologien werden aber nicht nur in der kommerziellen Nachrichtenübertragung, sondern auch in der Unterhaltungselektronik verwendet. Hier kann vor allem der Einsatz von Oberflächenwellenfiltern in Fernsehgeräten genannt werden. – Dieser Beitrag wurde in der ersten Abteilung „Kompliziertes verständlich dargestellt" des FUNKSCHAU-Preises 1979 mit dem dritten Preis ausgezeichnet.

Mechanische Bauelemente zur Frequenzselektion in Nachrichtensystemen bieten in ihren spezifischen Frequenzgebieten vielfältige Vorteile gegenüber rein elektrischen Realisierungen. Dazu gehören hohe Flankensteilheit von Filterkurven, geringes Volumen, Zeit- und Temperaturstabilität, wirtschaftliche Fertigung und große Zuverlässigkeit.

In *Bild 1* sind die Frequenzbereiche der wichtigsten Technologien elektrischer Filter zusammengestellt. Das Gebiet der mechanischen Frequenzselektion liegt demgemäß zwischen 1 kHz und 1 GHz (mechanische Metallresonatoren 1...600 kHz, keramische Filter 400 kHz...4 MHz, monolithische Kristallfilter 4...20 MHz, Quarzbrückenfilter 1 kHz...120 MHz, monolithische Quarzfilter 4...100 MHz, Oberflächenwellenfilter 10 MHz...1 GHz). Zum Vergleich sind noch einige weitere Filtertechnologien eingezeichnet (LC-Filter mit konzentrierten Bauelementen 100 Hz...100 MHz, aktive RC-Filter 100 Hz...300 kHz, Abtastanalogfilter 100 Hz...10 MHz, Hohlleitung ≧ 1 GHz). Die verschiedenen Methoden der mechanischen Frequenzselektion verdeutlicht *Bild 2*.

Im folgenden werden nach einer kurzen Betrachtung der mechanischen Einzelelemente und ihrer Anwendungen schwerpunktmäßig mechanische Filter vorgestellt. Dabei sind elektrisch verkoppelte mechanische Schwinger, beispielsweise zu Quarzbrückenfiltern geschaltete Einzelschwingquarze, gemäß Bild 2 nicht zu den mechanischen Filtern gezählt.

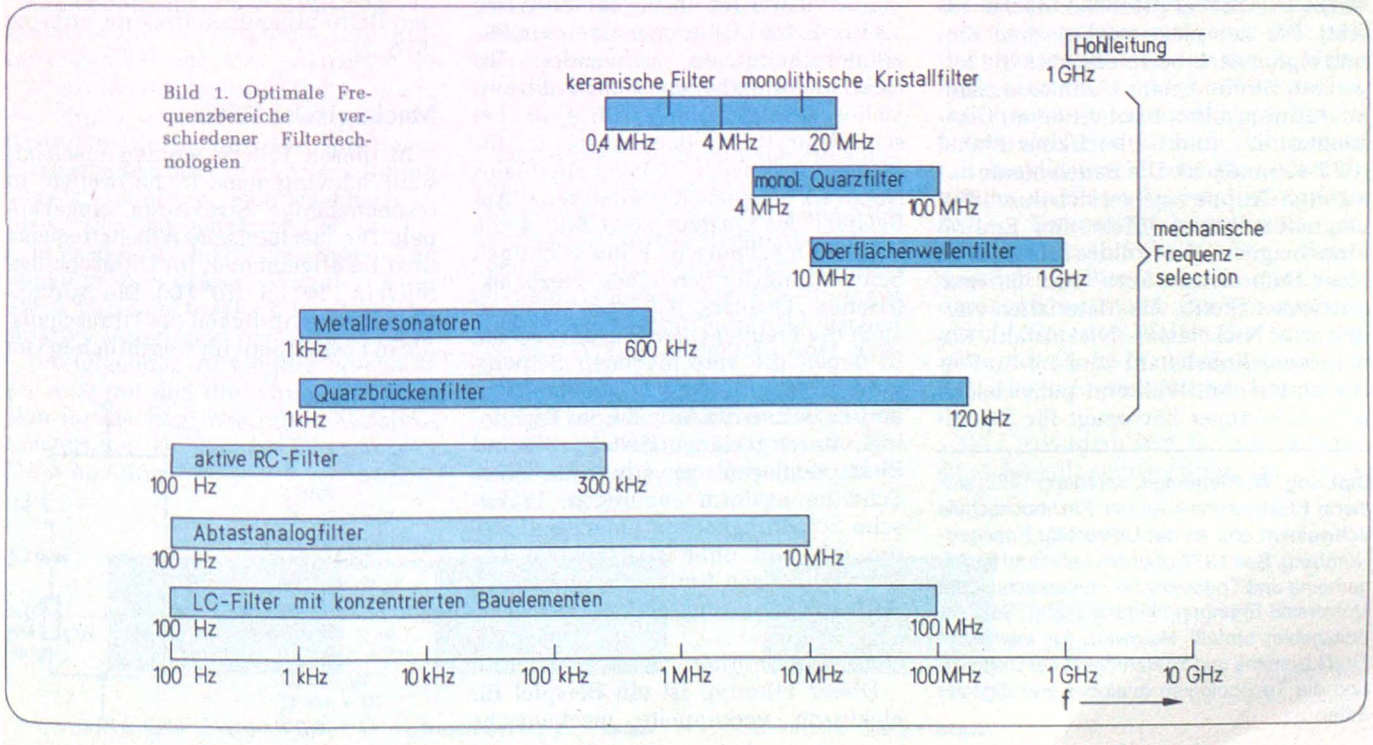


Bild 1. Optimale Frequenzbereiche verschiedener Filtertechnologien

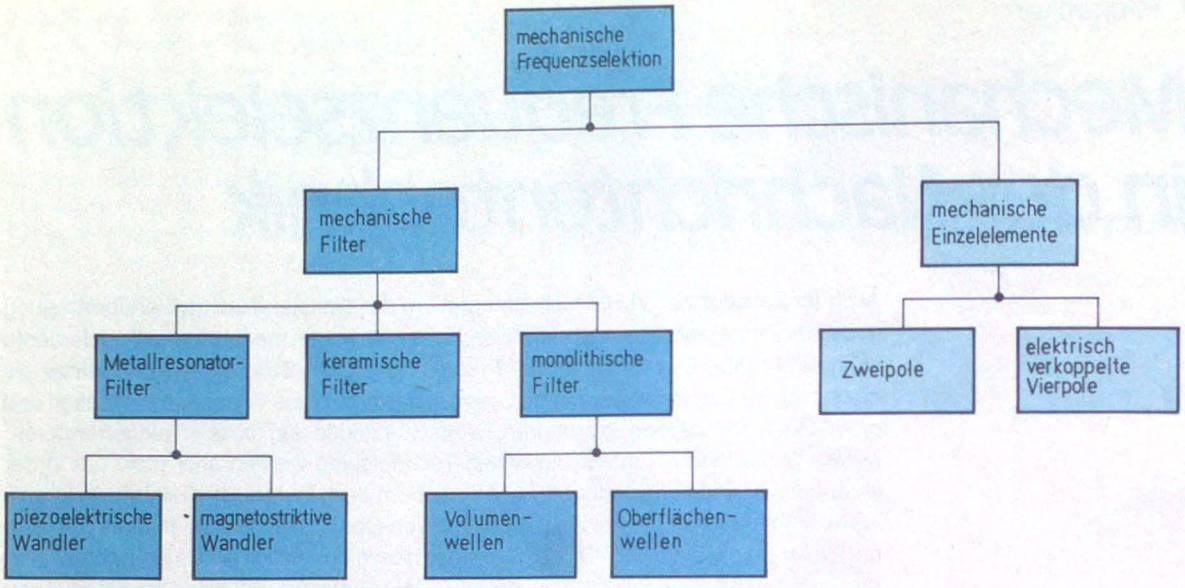


Bild 2. Übersicht über die mechanische Frequenzselektion

Mechanische Frequenzselektion durch Einzelbauelemente

In den meisten Anwendungsfällen dienen mechanische Einzelelemente als Ersatz für elektrische Schwingkreise, deren Frequenzkonstanz und Gütewert den Anforderungen nicht genügen. Die Nachrichtentechnik benutzt zwei verschiedene mechanische Schwingungssysteme: piezoelektrische Schwingkristalle (meist Quarze) und magnetostriktive Schwinger (meist Ferrite).

Die Wirkungsweise der ersten Gruppe beruht auf der mechanischen Deformation eines Schwingkristalls unter dem Einfluß der elektrischen Feldstärke (reziproker piezoelektrischer Effekt). Für den elektrotechnischen Einsatz eignen sich beispielsweise die folgenden Stoffe: Quarz, Ammoniumsulfat, Lithiumsulfat, Bariumtitanat, Dikaliumtartrat und Bleizirkonattitanat (PZT-Keramiken). Die Bauelemente der zweiten Gruppe ergeben sich durch den magnetostriktiven Effekt. Der Einfluß eines magnetischen Feldes führt hier zu einer Deformation ferro- oder ferrimagnetischer Stoffe. Als Materialien werden u. a. Nickeleisen, Nickelstahl, Kobalteisen, Kobaltstahl und Ni-Zn-Ferrite verwendet. Während piezoelektrische Schwinger bevorzugt für Signalwandler und als frequenzbestimmende Elemente in Oszillatoren und Wandlern eingesetzt werden, finden magnetostriktive Materialien als Ultraschallwandler und Ferritschwinger (Brükkenfilter) Verwendung. Da piezoelektrische Schwinger um den Faktor 10 größere relative Längenänderungen besitzen, verdrängen sie zunehmend die magnetischen Materialien.

Aus den weiten Anwendungsbereichen mechanischer Einzelelemente zur Frequenzselektion sollen zwei Beispiele ausgewählt werden.

Der Quarz als Oszillatorresonator

Quarze werden in bekannter Weise als Ersatz für LC-Resonanzkreise in Oszillatorschaltungen verwendet. Ihr elektrisches Verhalten ist durch ein einfaches Ersatzschaltbild (*Bild 3*) beschreibbar [1], [24]. Bemerkt sei, daß für magnetostriktive Schwinger ein duales Netzwerk angegeben werden kann. Am Beispiel des Quarzes zeigt *Bild 4* die auch für mechanische Filter wichtigen Schwingungsformen eines piezoelektrischen Quaders. Gleichzeitig sind auch die Frequenzbereiche angegeben, in denen die verschiedenen Schwingungsformen praktisch genutzt werden. Es ist nun die Aufgabe der Technologie, durch geeignete Halterungen und Elektrodenlagen jeweils nur eine Schwingungsform anzuregen. Praktische Schaltungen von Quarzoszillatoren mit und ohne zusätzlichen LC-Schwingkreisen finden sich beispielsweise in [2], [3] und [4].

Quarzbrückenfilter

Dieser Filtertyp ist ein Beispiel für elektrisch verkoppelte mechanische Einzelelemente. Praktische Ausführungen erreichen Gütewerte bis Q = 100 000 und Temperaturkoeffizienten (TK) von $2 \cdot 10^{-7}$/K. Bei einem Quarzbrückenfilter für einen Kurzwellenempfänger mit hochliegender Zwischenfrequenz wird beispielsweise bei einer Mittenfrequenz von 73,03 MHz eine 3-dB-Bandbreite von 20 kHz erreicht (relative Bandbreite 0,27 ‰). Die Filtercharakteristik ist durch sechs Quarzresonatoren bestimmt, die sich jeweils in den Brückenzweigen befinden. Insgesamt liegt hier eine Kettenschaltung von drei Brückenanordnungen mit je einem abgestimmten Differential-Ringkernübertrager vor. Der Filterentwurf kann übersichtlich mit der Betriebsparametertheorie erfolgen [5, 6, 7].

Mechanische Filter

In diesen Filtern werden mechanische Schwingungen (Schallwellen) in resonanzfähige Strukturen eingekoppelt. Die mechanische Arbeitsfrequenz liegt im allgemeinen im Ultraschallbereich ($5 \cdot 10^4 ... 5 \cdot 10^5$ Hz). Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Ultraschalls, die in Festkörpern im wesentlichen von

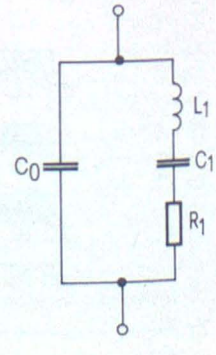


Bild 3. Quarz-Ersatzschaltbild in Resonanznähe. Typische Werte eines 4-MHz-Quarzes: L_1 = 100 mH, C_1 = 0,015 pF, C_0 = 5 pF, R_1 = 100 Ω, Q = 25 000

Dipl.-Ing. W. Rienecker, Jahrgang 1952, studierte Elektrotechnik an der Fachhochschule Schweinfurt und an der Universität Erlangen-Nürnberg. Seit 1977 ist er am Lehrstuhl für Allgemeine und Theoretische Elektrotechnik der Universität Erlangen-Nürnberg tätig. Sein Arbeitsgebiet umfaßt Hardware für interaktive Grafiksysteme und im Rahmen einer Dissertation die Technologien analoger und digitaler Filter.

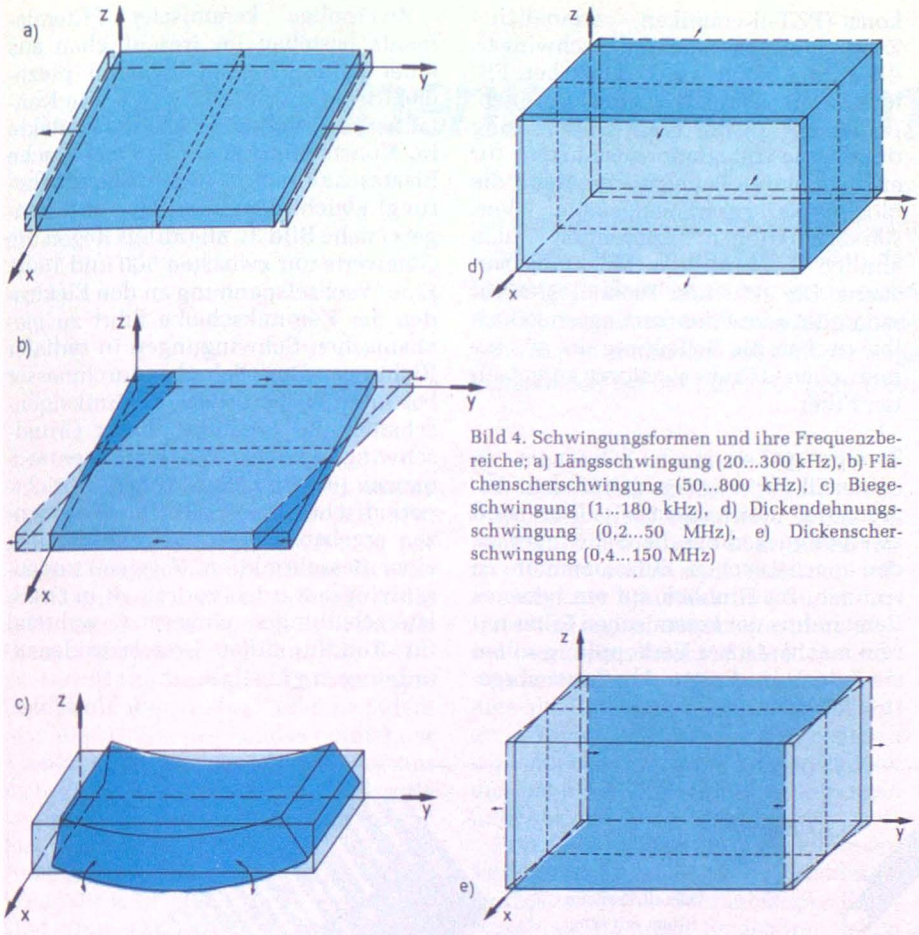


Bild 4. Schwingungsformen und ihre Frequenzbereiche; a) Längsschwingung (20...300 kHz), b) Flächenscherschwingung (50...800 kHz), c) Biegeschwingung (1...180 kHz), d) Dickendehnungsschwingung (0,2...50 MHz), e) Dickenscherschwingung (0,4...150 MHz)

Elastizitätsmodul, Scherungsmodul und Dichte abhängt, hat bei den Stählen der Metallresonatorfilter die Größenordnung von 5000 m/s.

Der Grundaufbau mechanischer Filter ist in *Bild 5* dargestellt. Ein Eingangswandler setzt das elektrische Signal in eine mechanische Schwingung um, die als mechanische Welle die Filterstruktur durchläuft. Die spektralen Eigenschaften des Filterkörpers führen zu einer definierten Frequenzcharakteristik. Der Ausgangswandler ermöglicht wieder ein elektrisches Signal. Die Funktion der beiden Wandler kann durch piezoelektrische oder magnetostriktive Materialien realisiert werden.

Die folgenden Abschnitte beschäftigen sich mit den drei Grundtechnologien für mechanische Filter: Metallresonatorfilter, keramische Filter, monolithische Filter.

Metallresonatorfilter

Die Geschichte der Metallresonatorfilter reicht bis in die Zeit vor 1930. Erste funktionsfähige Anordnungen wurden 1947 vorgestellt [9]. Ungefähr seit 1960 werden auch in Deutschland Metallresonatorfilter gefertigt und zunehmend in nachrichtentechnischen Geräten eingesetzt.

Mechanische Filter mit Metallresonatoren sind wichtige Bauelemente der Trägerfrequenztechnik. Als Kanalfilter trennen sie ein Signalseitenband und höhere Modulationsprodukte ab, während sie als Signal- oder Pilotfilter zur Filterung von vermittlungstechnischen Zeichen (Wählinformation) oder Synchron- und Kennsignalen dienen.

Bild 6 zeigt ein einfaches Beispiel einer Filteranordnung. Mechanische Resonatoren und Koppelleitungen ersetzen elektrische Schwingkreise und Koppelreaktanzen. Folgende Schwingungsformen und Schwingergeometrien sind für Metallresonatorfilter von Bedeutung:

- Biegeschwingungen von stab- oder plattenförmigen Resonatoren,
- Kompressionsschwingungen in Zylinder- oder Plattenschwingern,
- Torsionsschwingungen von zylinderförmigen Körpern,
- Scherungsschwingungen von Quadern,
- Dickenschwingungen von konzentrischen Platten und Quadern.

Die Anordnung in Bild 6 arbeitet mit längsgekoppelten Biegeschwingern. Diese Schwingerform bietet gegenüber Längs- und Torsionsschwingern eine freizügige Wahl der Abmessungen. Allerdings sind Biegeschwinger mehr für tiefere Frequenzen ($f \leqq 100$ kHz) vorteilhaft. Grundsätzlich reduzieren sich die Abmessungen für alle Schwingertypen jedoch mit steigender Frequenz, womit die obere Frequenzgrenze (≈ 600 kHz) durch zunehmende Technologieschwierigkeiten gebildet wird.

In *Bild 7* ist ein Biegeschwingfilter mit 12 Resonatoren für den Frequenzbereich 48,3...51,4 kHz dargestellt. Die Ein- und Ausgangswandler sind durch je eine aufgelötete Piezokeramikscheibe (*Bild 8*) realisiert. Da die Wandlerstäbe selbst als Resonatoren arbeiten, ist die strenge Abgrenzung der Filterfunktionen nach Bild 5 nur beschränkt gültig. Die einzelnen Resonatoren sind durch einen longitudinal schwingenden Koppeldraht verbunden. Auf Grund der Grundfrequenzschwingungen der Resonatoren ergeben sich zwei Schwingungsknoten, in denen Haltestifte angebracht sind. Als Werkstoff für die Stahlresonatoren und Koppeldrähte eignet sich eine Eisennickellegierung mit Berylliumzusätzen. Die Grundforderung an dieses Material ist eine geringe Temperaturabhängigkeit der Schallgeschwindigkeit. Die Eigenschaften der Piezokeramik unterliegen darüber hinaus noch den Forderungen nach definierten Werten der Schwinggüte, der Dielektrizitätskonstante und des elektromechanischen Koppelfaktors.

Bild 9 verdeutlicht für ein dreikreisiges Metallresonatorfilter das Umset-

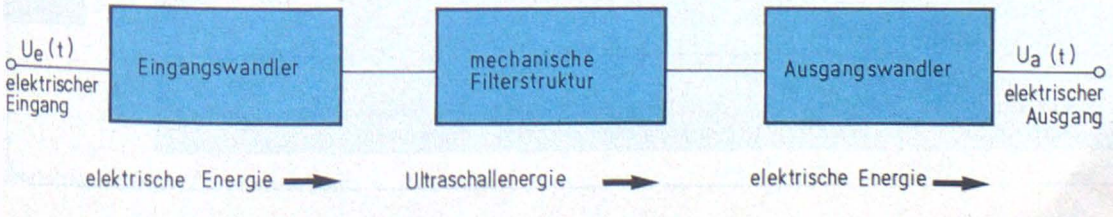


Bild 5. Grundaufbau mechanischer Filter

zen der mechanischen Struktur in ein elektrisches Ersatzschaltbild. Die drei mechanischen Schwinger mit den Resonanzfrequenzen f_1, f_2 und f_3 führen zu den drei elektrischen Schwingkreisen in Bild 9. Die beiden Kondensatoren C_0 repräsentieren die statischen Kapazitäten der Piezokeramikscheiben. Ein allgemeines Modell für ein mechanisch verkoppeltes System enthält *Bild 10*. Die Kopplungen über mehrere Resonatoren (Umwegkopplungen, hier $K_{1,\,i-1}$) führen zu Dämpfungspolen bei endlichen Frequenzen.

Keramische Filter

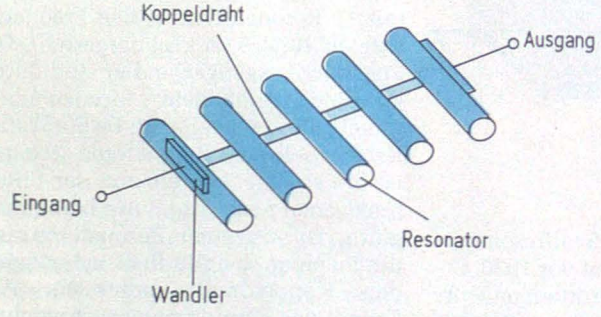
In den Jahren nach 1960 führte die Entwicklung neuer piezoelektrischer Keramiken zu besonders einfachen mechanischen Filtern. Primär wurde der Ersatz von LC-Filtern in den AM/FM-Zwischenfrequenzstufen der Rundfunkempfänger angestrebt. Der Einsatz von Bariumtitanat- oder Bleititanatzirkonat-(PZT-)Keramiken ermöglichte Zwei- und Dreielektrodenschwinger, die zum Aufbau von keramischen Filterblöcken benutzt werden konnten. Begünstigt wurde diese Entwicklung durch die Integrationstechniken für analoge aktive Bauelemente, denn die blockweise zusammengefaßten Verstärkerfunktionen erforderten auch ähnlich konzentrierte Selektionsbausteine. Die aktuellen Technologien für monolithische Filter verringern jedoch inzwischen die Bedeutung der aus keramischen Einzelresonatoren aufgebauten Filter.

Zweipolige keramische Schwinger

Gemäß der eingangs getroffenen Abgrenzung mechanischer Filter sind zweipolige keramische Schwinger zu den mechanischen Einzelementen zu rechnen. Im Hinblick auf ein besseres Verständnis der keramischen Filter mit rein mechanischer Verkopplung sollen sie jedoch in diesem Abschnitt vorgestellt werden.

Zweipolige keramische Filterelemente bestehen im wesentlichen aus einer beidseitig metallisierten piezoelektrischen Keramikscheibe. Die Kontaktierung erfolgt durch Druckkontakte im Kunststoffgehäuse. Das elektrische Ersatzschaltbild (Schmalbandnäherung) gleicht dem eines Quarzschwingers (siehe Bild 3), allerdings liegen die Gütewerte nur zwischen 500 und 1500. Eine Wechselspannung an den Elektroden der Keramikscheibe führt zu mechanischen Schwingungen in radialer Richtung. Der Scheibendurchmesser bestimmt neben den Keramikeigenschaften die Frequenz dieser Grundschwingung [10]. Weitere Eigenresonanzen (Nebenwellen) treten in nichtperiodischer Folge auf. Ihre Frequenzen ergeben sich aus den Nullstellen einer Besselfunktion. Zweielektrodenschwinger werden vorteilhaft in Oszillatorschaltungen eingesetzt, während für Rundfunkfilter Dreielektrodenanordnungen günstiger sind [11].

(Schluß folgt)



◀ Bild 6. Struktur eines Metallresonatorfilters mit längsgekoppelten Biegeschwingern

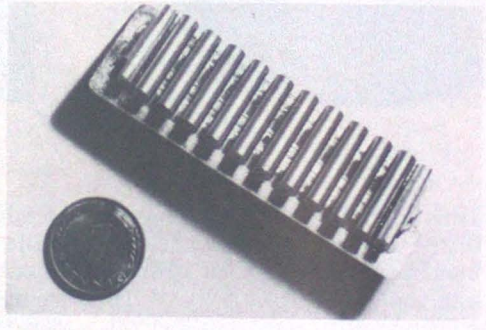


Bild 7. Metallresonatorfilter mit 12 Biegeschwingerresonatoren für 48,3...514 kHz

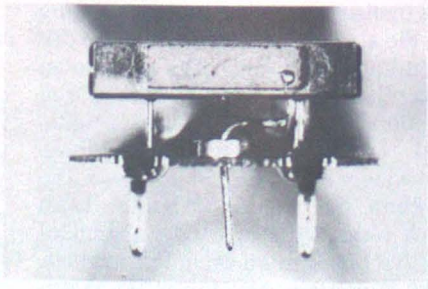
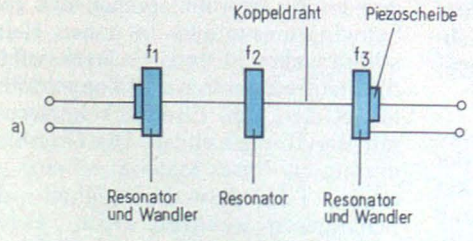
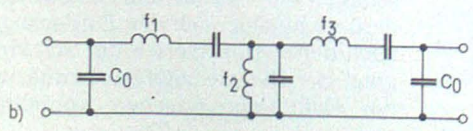


Bild 8. Piezokeramischer Wandler des Filters in Bild 7



◀ Bild 9. Elektrische Äquivalenz eines dreikreisigen mechanischen Metallresonatorfilters; a) vereinfachte Darstellung des mechanischen Systems, b) elektrisches Ersatzschaltbild



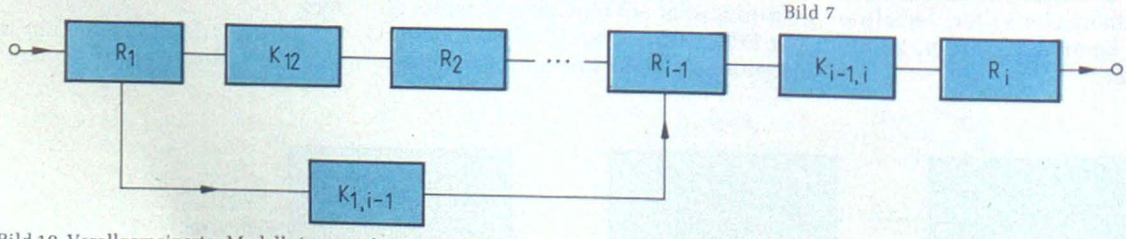


Bild 10. Verallgemeinertes Modell eines mechanischen Filters; zusätzliche Überkopplungen (hier $K_{1,\,i-1}$) ermöglichen Dämpfungspole bei endlichen Frequenzen ($R_1...R_i$ ≙ Resonatoren, $K_{12}...K_{i-1,\,i}$ ≙ Kopplung zwischen den Resonatoren)

Antennenweiche - made in Brazil

Die technischen Einzelheiten dieses Beitrages werden sicher vielen Lesern schon bekannt sein. Auch gibt es Möglichkeiten, das Problem, vor das unser Leser Hans Gustav Telgmann in Brasilien gestellt wurde, technisch besser zu lösen. Man beachte aber die sehr geringen handwerklichen Möglichkeiten, unter denen die beschriebenen Antennenweichen entstanden sind. Leicht vergißt man, daß in vielen Teilen der Welt noch Pionierarbeit bei der Einführung der Elektronik geleistet wird.

In der Bundesrepublik ist es bereits eine Selbstverständlichkeit, daß man dort alle Orte im Handumdrehen per Telefon erreichen kann. Anders sieht es in Brasilien aus, wo noch große Teile des Landes auf diesen nützlichen Dienst verzichten müssen. Für Europäer sind die enormen Entfernungen hier kaum vorstellbar. Erst nachdem man die Weiten des Landes einmal per Kraftfahrzeug durchquert hat, beginnt man zu verstehen, weshalb es vielerorts keinen Fernsprecher gibt. So manche Stadt ist heute noch auf die Hilfe des Amateurfunkdienstes angewiesen. Wenn diese Idealisten nicht vorhanden sind, muß man ein kleines Flugzeug chartern, um telefonieren zu können. Wenn möglich, dann kann man den oftmals beschwerlichen Weg zum nächsten Telefon mit dem Auto zurücklegen.

Selbstverständlich macht die Zentralregierung beachtliche Anstrengungen zur Erweiterung des Fernmeldenetzes. Der Ausbau erfolgt mit atemberaubendem Tempo und stellt vielfach hohe Anforderungen an alle Beteiligten. Sobald die Geldmittel für neue Etappen greifbar sind, wird sofort gehandelt. Die Industrie kann nicht immer liefern, und es ergibt sich nicht selten folgende Situation: „Im Süden unseres Bezirks, ca. 900 km von hier, müssen wir schnellstens drei Richtfunkstrecken aufbauen. Wir haben noch einige alte Sender und Empfänger im Lager. Trauen Sie sich zu, dafür sieben Diplexer herzustellen?" So etwa lautete die Frage des Chefs, eines baumlangen Gauchos aus Porto Alegre.

Folgende Hilfsmittel standen zur Verfügung: Lineal, Zirkel, Schieblehre, Laubsäge, Feile, Schraubstock, Bohrmaschine, Hammer. Es gehören schon etwas Pioniergeist und Mut dazu, derartige Projekte zu realisieren, trotz des tropischen Klimas und trotz des viel zitierten ‚mãnana'.

Die nachfolgende Abhandlung soll einige Hinweise über die Funktion und Herstellung einer solchen Antennenweiche geben, und vielleicht bringt sie auch Anregungen für Zwecke des Amateurfunks. Der Diplexer wurde in insgesamt sieben Exemplaren für Strecken von max. 70 km mit je 24 Multiplex-Kanälen des öffentlichen Telefondienstes im Frequenzbereich von 270 bis 330 MHz gebaut. Die Sender haben eine Ausgangsleistung von 10 W (+ 40 dBm) und die Empfänger eine Empfindlichkeit von 1 µV (– 107 dBm). Da es wünschenswert ist, pro Endstelle nur eine Antenne zu verwenden, muß eine Weiche eingesetzt werden, welche Sender (TX) und Empfänger (RX) gut entkoppelt. Literatur über die Herstellung hatte ich nicht zur Verfügung, das Prinzip *(Bild 1)* war jedoch schon lange bekannt: Das Sendersignal passiert ungehindert Bandfilter A in Richtung Antenne. Um zu verhindern, daß diese Frequenz über B zu RX gelangt, wurde zwischen C und B eine $^3/_4$-λ-Leitung gelegt, welche so bemessen ist, daß sie für f_{TX} einen Isolator (Sperre, hohe Impedanz) bildet. Das über die Antenne aufgenommene Empfangssignal kann wegen der $^3/_4$-λ-Leitung (f_{RX}) nicht in das Filter A laufen, dagegen gelangt es über Bandfilter B nach RX zur weiteren Verarbeitung.

Die Forderungen für beide Filter sind unterschiedlich. B ist vierkreisig ausge-

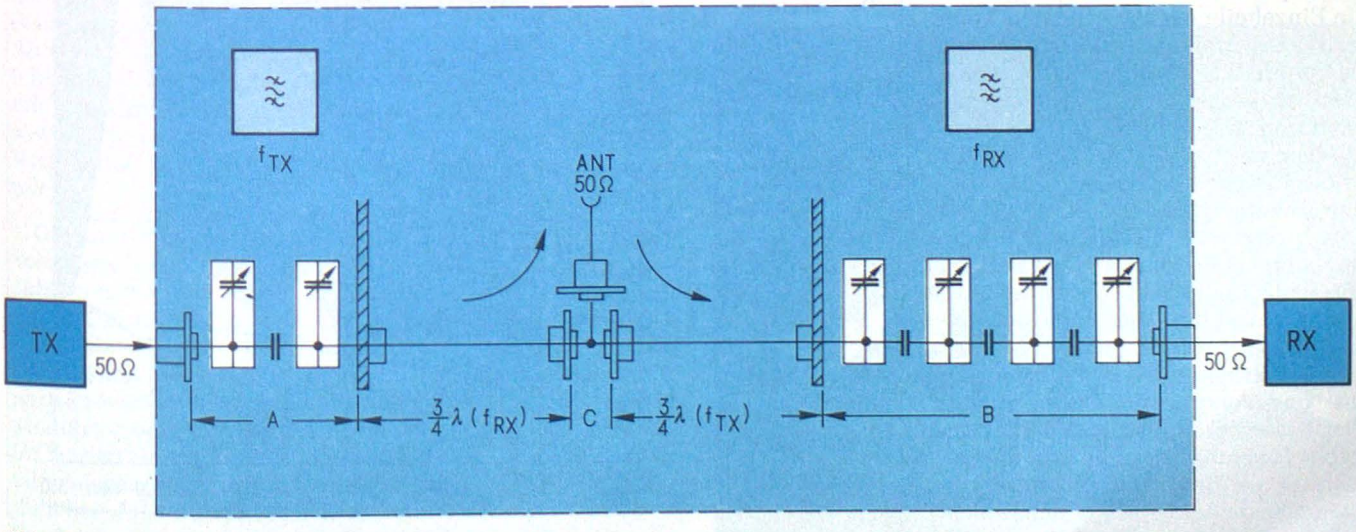


Bild 1. Das Prinzip der Frequenzweiche

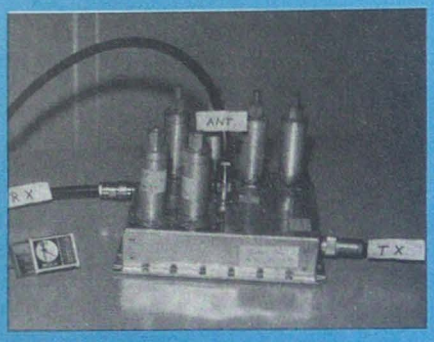


Bild 2. Ansicht der fertigen Weiche

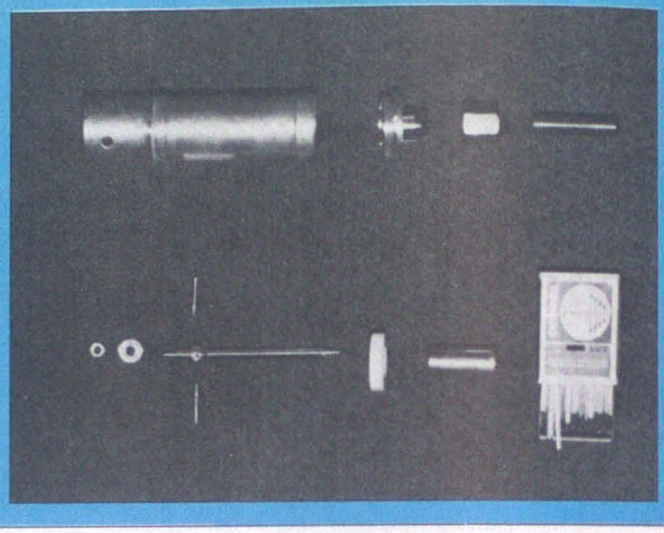


Bild 3. ▶
Aus diesen Teilen setzt sich ein koaxialer Resonator zusammen

legt und soll unter allen Umständen vermeiden, daß die Sendefrequenz von +40 dBm oder Nebenwellen davon den Empfänger beeinflussen. Die $^3/_4$-λ-Leitung reflektiert nämlich nur bei verlustfreiem Aufbau f_{TX} vollständig. B muß steilflankig sein und in diesem Falle ±71 kHz linear übertragen. Filter A ist nicht so kritisch, denn es macht ja nichts, wenn geringste Teile des Empfangssignals in den Sender abwandern. A unterdrückt aber auch unerwünschte Nebenwellen des Senders.

Als Schwingkreiselemente wurden Topfkreise (koaxiale Resonatoren) gewählt. Sie haben gewöhnlich eine hohe Güte von über 1000 bis zu einigen 10000, Spulen mit Kondensatoren dagegen ein bis zwei Größenordnungen weniger. Außerdem läßt sich der Frequenzvariationsbereich von 60 MHz mit Topfkreisen noch einigermaßen gut durchstimmen. Über die Herstellung solcher Elemente gibt es ausreichend Literatur. Die *Bilder 2 und 3* zeigen u. a. die Einzelteile der verwendeten Topfkreise. Der Einfachheit halber wurden als Vorbild Elemente aus einem alten in Brasilien hergestellten Empfänger gewählt und in leicht abgeänderter Form in einer mechanischen Werkstatt für dieses Projekt nachgebaut. Insbesondere bereitete die sich im Kopf des Schwingkreises ausbildende hohe Spannung Schwierigkeiten. Es traten Überschläge auf. Sogar Abstandsstücke aus Teflon verbrannten. Ein entsprechend dimensioniertes Luftdielektrikum behob dann dieses Problem. Die Ein- und Ausgangsimpedanz sämtlicher Resonatoren wurde mit 50 Ω gewählt. Theoretisch könnte man die Anschlüsse galvanisch miteinander verbinden. In der Praxis zeigte sich jedoch, daß die Durchgangsdämpfung der Filter noch zu hoch war. Die Zwischenschaltung von Trimmern mit 1...10 pF brachte dann Abhilfe. Aus Stabilitätsgründen wurden die Trimmer anschließend durch Festkondensatoren ersetzt.

Es ist wünschenswert, daß die $^3/_4$-λ-Leitung zwischen C und B einen möglichst hohen Widerstand für die gewünschte Frequenz bildet. In der Praxis wurden jedoch nur Dämpfungswerte um 25 dB erreicht. Die Dimensionierung des 50-Ω-Koaxialkabels erfolgt nach der Formel

$$l = \frac{3 \cdot 300 \cdot 0{,}66}{4 \cdot f_0}$$

l in m, f_0 in MHz; 0,66 ist der Verkürzungsfaktor für gewöhnliches Koaxialkabel.

Bei einer Frequenz von 330 MHz ergeben sich z. B. 45 cm. Es wird zwischen den Enden der Abschirmung gemessen. Zwecks Fixierung und ge-

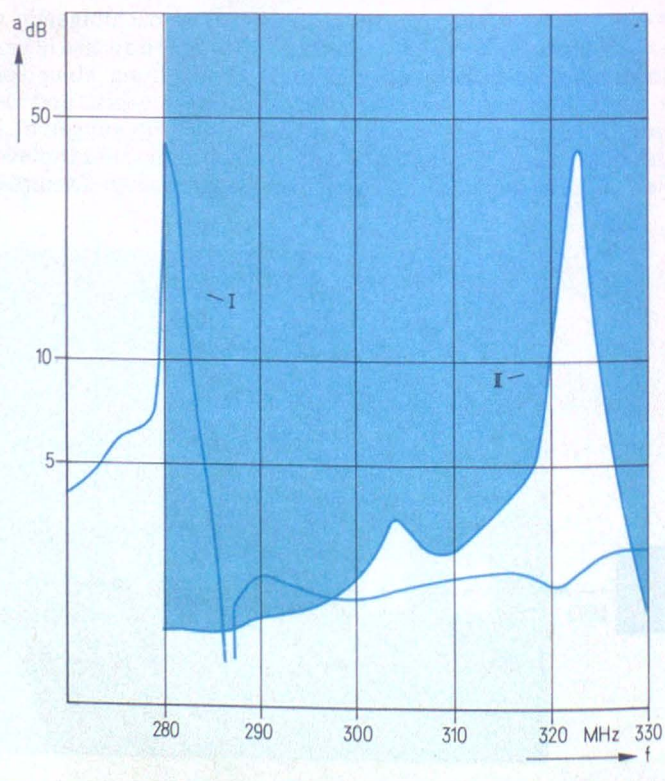


Bild 4. Der Dämpfungsverlauf einer der selbstgebauten Weichen; Kurve I zwischen Antenne und Sender, Kurve II zwischen Antenne und Empfänger

nauen Abgleichs brachte ich am antennenseitigen Ende einen BNC-Stecker an. Das andere Ende des Kabels wurde in einem präparierten BNC-Stecker befestigt, der in unmittelbarer Nähe des Resonators am Chassis festgelötet wurde. Die Mitte dieses Steckers wird vorher so weit aufgebohrt, daß die Seele des Kabels gut hindurchgeht und am Resonator leicht an- und abgelötet werden kann. Nachdem die Filter abgeglichen sind, müssen die $^3/_4$-λ-Leitungen auf genaue Länge gebracht werden. Dazu schloß ich die Antennenbuchse mit 50 Ω ab. Der Empfänger wird auf die Sendefrequenz eingestellt und der Sender eingeschaltet. Jetzt wird das rechte $^3/_4$-λ-Kabel (f_{TX}) so lange millimeterweise verkürzt, bis das empfangene Signal ein Minimum anzeigt. Der gleiche Vorgang wird mit dem linken Kabel durchgeführt, jedoch auf der anderen Frequenz. Der Abgleich mit Richtungskoppler und durchstimmbarem Oszillator bzw. Spektrumanalysator ist eleganter; einem Amateur stehen diese Geräte aber nicht immer zur Verfügung.

Wenn der Diplexer gut gelungen ist, liegt die Durchgangsdämpfung, je nach Ausführung, zwischen 1,2 und 2,9 dB.

Das Chassis der Antennenweiche besteht aus 3 mm dickem Aluminiumblech und ist mit Hohlnieten bzw. mit 3-mm-Schrauben zusammengefügt. Dadurch erreicht man eine sehr gute mechanische Stabilität. Zwei Manschetten aus 0,8-mm-Kupferblech wurden auf der Grundplatte befestigt und die Resonatoren festgelötet. Die aus Messing hergestellten Topfkreise müssen eine glatte, versilberte Oberfläche haben. Abstandsisolatoren sollten nur aus Teflon oder besserem Material bestehen. Versuche mit anderen Kunststoffen haben schlechtere Ergebnisse geliefert. *Bild 4* zeigt den Dämpfungsverlauf einer solchen Weiche.

Die Länge der Verbindungskabel zwischen Sender, Empfänger, Antenne und Diplexer ist nicht kritisch. Im Betrieb erwärmen sich die senderseitigen Topfkreise etwas. Die dadurch eingetretene leichte Verstimmung läßt sich durch Nachabgleich beseitigen. Extreme Schwankungen der Umgebungstemperatur, wie sie z. B. auf Bergspitzen auftreten, sollten vermieden werden. Der Diplexer arbeitet in Bahia bei Temperaturen zwischen + 15 und + 50 °C zufriedenstellend. *Hans G. Telgmann*

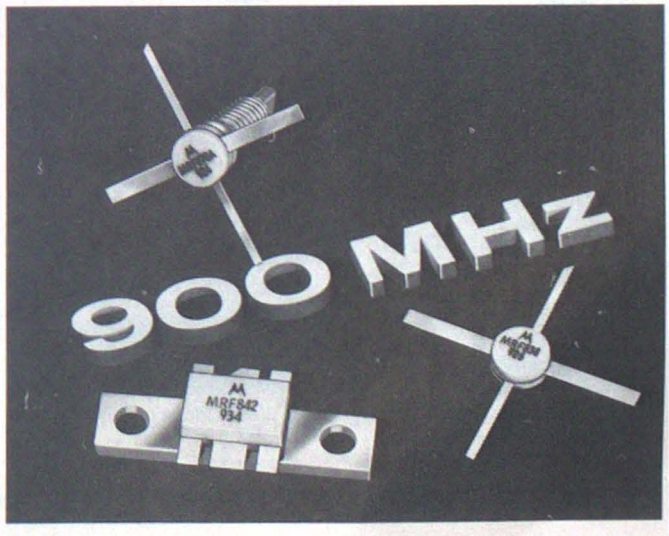
Integrierter Deltamodulator

Überaus zahlreich sind die Anwendungsmöglichkeiten des mit kontinuierlich variabler Hüllkurve arbeitenden, integrierten Deltamodulators FX 309 von Consumer Microcircuits Ltd. (Vertrieb: Ginsbury Electronic GmbH). Er eignet sich nicht nur zur digitalen Fernübertragung von Analogmeßwerten (einschließlich Gleichspannung) und Sprachsignalen, sondern ermöglicht mit zusätzlichen Schaltungskomponenten auch den Aufbau von Geräten zur Sprachverwürfelung, Kurzdurchsage-Einrichtungen mit elektronischem Digitalspeicher sowie Verzögerung, Kompression und Verhallung von Signalen im Nf-Bereich.

Die in CMOS-Technik ausgeführte Schaltung weist eine typische Stromaufnahme von nur 0,2 mA auf und läßt sich daher sowohl in Netz- als auch in netzunabhängigen Geräten einsetzen. Dabei kann der gleiche Baustein, je nach äußerer Beschaltung, entweder als Modulator oder Demodulator arbeiten. Im Betrieb als Modulator liegt das digitale Ausgangssignal, im Gegensatz zu üblichen A/D-Wandlern, in bitserieller Form vor. Die verwendete Deltamodulation mit kontinuierlich variabler Hüllkurve unterscheidet sich von der üblichen linearen oder adaptiven Deltamodulation dadurch, daß die dem externen Integrationskondensator zugeführten Lade- und Entladesignale ständig der Dynamik der analogen Eingangsspannung angepaßt werden. Dadurch läßt sich auch bei relativ niedrigen Taktfrequenzen eine hohe Übertragungsqualität erreichen, wobei die Impulsfolgekorrektur des Pulshöhenmodulators vor allem für den Sprachbereich optimiert wurde. Aufgrund des großen Taktfrequenzbereichs bis zu 150 kHz eignet sich die Schaltung zur Verarbeitung von Eingangsspannungen im gesamten Niederfrequenzspektrum, die nach ihrer Umwandlung bitseriell und weitgehend störunanfällig per Draht oder Funk übertragen und auf der Empfangsseite von einem als Demodulator geschalteten FX 309 wieder in Analogsignale umgesetzt werden können.

Transistoren für das 900-MHz-Band

Im Hinblick auf die zu erwartende Einführung des 900-MHz-Bereiches für den CB-Funk in den USA hat Motorola eine Serie von Hf-Endstufenstransistoren entwickelt und bietet diese jetzt je nach Leistung zwischen 4,90 $ und 32 $ an. Der kleinste Transistor dieser Serie (*Bild*) ist für eine Hf-Ausgangsleistung von einem Watt konzipiert und besitzt eine Verstärkung von 6,5 dB; der leistungsfähigste liefert eine Ausgangsleistung von 40 W. Es handelt sich um NPN-Transistoren, die für eine Betriebsspannung von 12,5 V ausgelegt sind. Der Hersteller testet jedoch alle Transistoren dieser Reihe mit einer Spannung von 15,5 V, wobei sie einer 50prozentigen Hf-Übersteuerung und einem Ausgangs-Stehwellenverhältnis von 20:1 ausgesetzt werden. Die Transistoren sind intern für einen Frequenzbereich von 806...947 MHz angepaßt und somit auch anderweitig verwendbar.



Für den beweglichen Funkdienst im 900-MHz-Band sind diese Transistoren vorgesehen

Hobby-Messe Wien – ein paar kritische Bemerkungen

Nach einem sehr zähen Auftakt an den ersten beiden Tagen konnte die Messeleitung doch noch einen Rekord verbuchen: 19 224 Hobbyelektroniker kamen zur „Fachausstellung Hobby Elektronik 79" (1978: 16 483). Sie kamen in die Halle U des Wiener Messepalastes, um ihr „comprehenson gap" (Neuhochösterreichisch!) abzubauen, was soviel heißen soll wie: Überwindung der Kluft, die sich auftut, wenn Techniker und Nicht-Techniker aufeinandertreffen – Überwindung der Barriere, wenn Technik und deren Auswirkungen auf einen Nenner gebracht werden sollen.

Obwohl 1979 weniger Aussteller als im Vorjahr vertreten waren, hat sich – nach Auskunft der Messeleitung – ein Großteil der Aussteller schon wieder für die Hobbyelektronik '80 vorangemeldet. Die nächsten Ausstellungen sollen dann im Zweijahresturnus stattfinden.

Außer im Action Center konnten sich die Besucher in Fachvorträgen, die von Angehörigen der Technischen Universität Wien veranstaltet wurden, über die vielfältigen Möglichkeiten der Elektronik informieren.

Bild 1. Hier konnte sich das Publikum bei heißer Musik vom Messerundgang erholen (Foto: Rockrohr)

Einzigartig in Wien ist, daß den Besuchern während der gesamten Ausstellungszeit Platz für einen „Elektronik-Flohmarkt" zur Verfügung gestellt wird. Nach Angaben der Messeleitung fand diese Einrichtung großen Zuspruch bei den Besuchern, doch drängte sich eher der Eindruck auf, daß die Anbieter mehr oder weniger verlassen auf ihren „Schrotteilen" saßen.

Ein Klagelied mußte sich der bundesdeutsche Besucher von Anfang bis Ende der Messe anhören: Ihr in Deutschland habt es ja so gut, bei Euch gibt's alles; aber bei uns... Nun ertönt sicher ein Aufschrei der österreichischen Elektronikfachhändler(-tandler): Stimmt nicht! Tatsache ist jedoch, daß es Leute gibt, die Fahrgemeinschaften Wien-München bilden, um sich in Deutschland mit Halbleitern, Mikroprozessoren oder anderem elektronischen Allerlei einzudecken. Ebenso gibt es Bastler, die frühmorgens mit der Bahn nach München fahren, um noch vor Geschäftsschluß einkaufen und dann am gleichen Tag wieder heimkehren zu können (mehr sei hier aus zolltechnischen Gründen nicht verraten).

Daher ein Appell an die österreichischen Fachhändler und solche, die es werden wollen: Orientiert euch doch ein wenig am Ausland und zeigt euren Landsleuten, daß Ihr den Deutschen nicht nur im Fußball gewachsen seid.

Die Redaktion ist auch dankbar für jede Preisliste und jeden Katalog aus Österreich, kann sie doch hieraus eine gewisse Marktübersicht gewinnen und sich bei Bauanleitungen noch mehr auf erhältliche Bauteile beschränken.

H. Neumayr

Bild 2. Der österreichische Bastler wäre froh, überall ein so reichhaltiges Angebot zu finden (Foto: Neumayr)

Bild 3. ▶
Auch in Österreich werden die Leser der Franzis-Zeitschriften gut betreut (Foto: Neumayr)

Bolko Hartmann

Restaurierung historischer Rundfunkgeräte

Die Nostalgiewelle hat mittlerweile auch den Elektronikbereich eingeholt, und heutzutage gilt es wieder als schick, ein altes Dampfradio im Wohnzimmer oder einen Volksempfänger als krönenden Abschluß des Hi-Fi-Turmes zu besitzen. Aber funktionieren sollen sie! Der folgende Beitrag gibt Hinweise zur Restaurierung.

Zunächst müssen wir uns fragen, was der Besitzer will, der freudestrahlend seinen Flohmarktfund auf den Tresen stellt. Soll das Gerät historisch einwandfrei restauriert werden oder soll es nur „spielen"? Der Einbau eines Transistorchassis in das leere Gehäuse stellt keine Besonderheit dar und soll hier nicht abgehandelt werden. Legt der Besitzer aber Wert auf ein betriebsbereites Originalgerät und läßt er sich auch durch Hinweise auf Trennschärfe, Rückkopplungspfeifen (Nachbarn!), benötigte Langdrahtantenne und nicht zuletzt Reparaturpreis von seinem Vorhaben nicht abbringen, und wir haben durch kurzes Abnehmen der Rückwand (falls vorhanden: Vorsicht, Staub!) festgestellt, daß eine Reparatur, oder besser Restaurierung, noch möglich sein könnte, gehen wir ans Werk, nachdem wir den Eigentümer auf die FTZ-Bestimmungen hingewiesen haben.

Einige Voraussetzungen sind allerdings unabdingbar; das Vorhandensein einer Werkstatteinrichtung wird als selbstverständlich angenommen. Kenntnisse des Aufbaus der alten Geräte, wie Grundlagen der Schaltungen, verwendete Einzelteile usw. Eine Sammlung alter Bücher, Schaltpläne und Nachkriegsausgaben z.B. der „Funkschau" sind sehr hilfreich; ein Lagervorrat diverser alter Teile und Kleinmaterial, letzteres in Form einer „Grabbelkiste" (die sog. „junk box" der Amerikaner) bzw. das Wissen um die Bezugsmöglichkeit und handwerkliches Geschick und Ideenreichtum auch in nahezu ausweglosen Situationen.

Wenn wir glauben, daß alles vorhanden ist (Mängel zeigen sich später), beginnen wir mit Ausbau von Chassis und Lautsprecher, wobei festgewordene Schrauben mit Lösungsspray behandelt werden.

Nun haben wir als erstes Problem das Gehäuse.

Hierin gefundene Kleinteile (außer Münzen, Nadeln usw.) legen wir erst einmal beiseite, denn sie könnten ja irgendwo abgebrochen sein. Die Reinigung erfolgt vorsichtig mit lauwarmem Seifenwasser. Holzgehäuse bringt man nach dem Trocknen wieder mit Möbelpolitur auf Hochglanz, Bakelitgehäuse evtl. auch ganz dünn mit Öl einreiben. Feuchtigkeitsschäden auf dem Holzfurnier behandeln wir mit Drachenblutlack – je öfter man überpinselt, desto dunkler wird der Farbton – und lackieren mit Klarlack (kein Bootslack!) dünn nach. Sind Schäden am Gehäuse vorhanden – das gilt übrigens für alle zerbrochenen Materialien aus Holz, Bakelit, Hartpapier usw., kleben wir mit 2-Komponenten-Kleber. Fehlende Teile ersetzt man mit etwas Geschick durch Neuanfertigung aus Polyesterspachtelmasse – vom Kfz hinreichend bekannt.

Ist eine Reinigung des *Bespannstoffes* erforderlich (meistens ja), wird er in lauwarmem Seifenwasser vorsichtig gespült, nach dem Trocknen nicht zu heiß glattgebügelt und mit Alleskleber wieder befestigt. Zerrissenen Stoff nähen wir grob und geben evtl. der Nahtstelle durch einen Streifen dünnen Materials mit Alleskleber von hinten Halt. Fehlt der Bespannstoff, müssen wir bei Oma auf dem Boden nach passendem Ersatz suchen, denn die modernen Stoffe treffen farblich und dekormäßig nicht den Geschmack früherer Zeiten.

Fehlende *Drehknöpfe* ersetzen wir aus unserer Kiste. Man kann variieren, innen 2 gleiche und außen 2 andere passende, wie es gerade unser Vorrat zuläßt. Müssen wir in Extremfällen auf Tubendeckel oder Flaschenverschlüsse zurückgreifen, halbiert man eine Achsverlängerungsmuffe, klebt diese mit 2-Komponentenkleber ein und bohrt

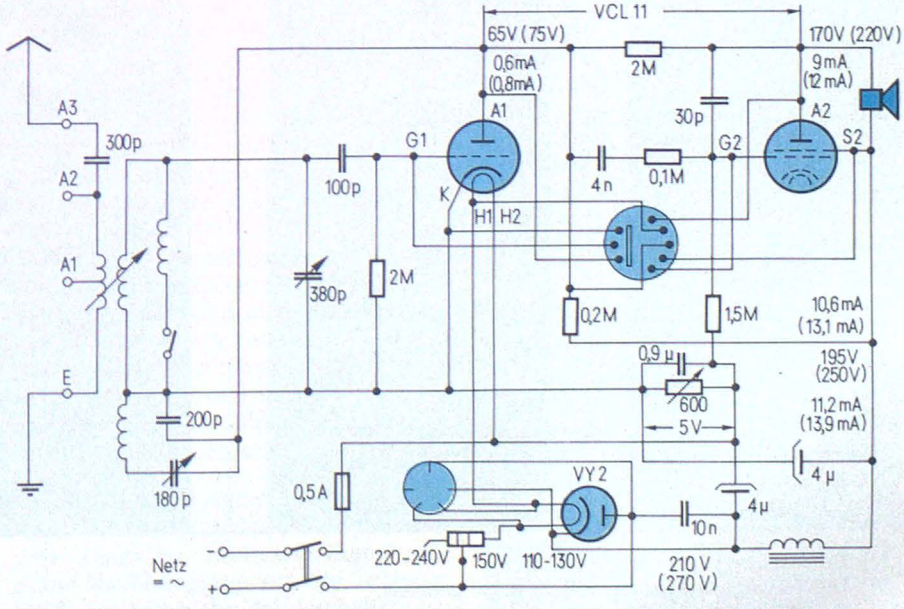


Bild 1. Die DKE-Normalschaltung. Der Deutsche Kleinempfänger erfreut sich nicht nur bei Sammlern großer Beliebtheit

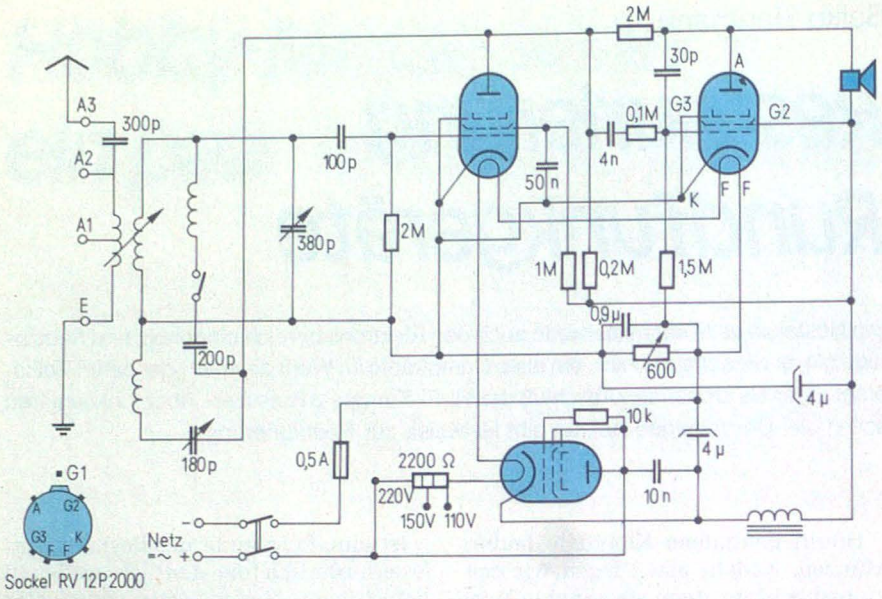


Bild 2. Der DKE wurde in der Nachkriegszeit auch mit Wehrmachtsröhren gebaut. Viele kennen dieses aus der Not entstandene Gerät noch im Pappgehäuse

ein Loch für die Madenschraube. Fertig ist unser Originaldrehknopf im Stil der Zeit!

Lautsprecher stellen für uns kein Problem dar. Vorsicht, an Freischwingern und elektrodynamischen Lautsprechern liegt die Anodenspannung an!

Unser junger Entdecker – jetzt in fortgeschrittenem Alter – hat seinerzeit mit einer Schere zu ergründen versucht, woher denn eigentlich die Stimme aus dem Radio käme. Den hierbei erzeugten Riß in der Membrane überzieht man einfach mit Alleskleber, welcher einerseits das Papier in Fasson hält und andrerseits elastisch genug bleibt, um die Wiedergabequalität nicht übermäßig zu beeinträchtigen. Verschmutzte Schwingspulen und Stimmritzen mit rückstandfreiem Tunerspray reinigen.

Nun wenden wir uns dem *Chassis* zu. Der Staub der Jahrzehnte wird professionell mit einem Kuchenpinsel entfernt (damit eventuell aufgeklebte Typenschilder o. ä. nicht weggeblasen werden – aber Vorsicht, Spulendrähtchen nicht abreißen!). Angelaufenes Metall säubert man ebenso wie Achsen und Lager mit feinem Ölspray; Drehkondensatorplatten jedoch nur mit Tunerspray, genau wie Wellenschalterkontakte und Potentiometerbahnen.

Dreht sich wieder alles, ist das Skalenseil heil und sind die Kontakte der Röhrenfassungen und Sicherungen sauber, dann sehen wir uns die *Röhren* an.

Die Stifte sind unter Verwendung eines Radiergummis oder feinen Schmirgelpapiers zu reinigen. Den Glaskörper feucht abwischen, aber nicht die Beschriftung entfernen! Wenn nicht gerade Teile des Heizfadens in der Röhre herumfliegen (andere Stückchen sind meist nicht so schlimm), können wir sie wieder einsetzen. Eine optische Kontrolle auf aboxydierte Spulenanschlüsse ist auch noch sehr wichtig, besonders an beweglichen Rückkopplungsspulen.

Vergleichstabelle für Empfangs- und Gleichrichterröhren

Philips	Valvo
A 409	A 408
A 410 N	A 408
A 415	A 408
A 416	A 408
A 425	W 406
A 441 N	U 409 D
A 442	H 406 D
B 228	KC 1
B 262	KF 4*)
B 406	L 410
B 409	L 413
B 424	A 411
B 424 S	A 411
B 438	W 411
B 438 S	W 411
B 438 KS	W 411
B 442	H 406 D*)
B 442 S	H 406 D*)
B 443	L 415 D
B 443 S	L 416 D
B 543	L 415 D*)
B 2038	A 2118
B 2042	H 2018 D
B 2043	L 2318 D**)
B 2045	H 1918 D
B 2046	H 2518 D
B 2047	H 2618 D
B 2052 T	H 1818 D
C 243 N	KL 4*)
C 443	L 427 D*)
C 443 N	L 427 D
D 404	LK 460
E 406 N	LK 4112
E 408 N	LK 4110
E 409	L 4100
E 424 N	A 4110
E 438 N	W 4110
E 442	H 4080 D*)
E 442 S	H 4080 D
E 443 H	L 496 D
E 443 N	L 491 D
E 444	AN 4126
E 444 S	A 4110 u.AB1*)
E 445	H 4125 D
E 446	H 4128 D
E 447	H 4129 D
E 448	X 4122
E 449	X 4123
E 451	LK 4111
E 452 T	H 4111 D
E 453	L 4150 D**)
E 455	H 4125 D*)
E 499	W 4110
F 410	LK 4200
F 443 N	L 497 D
F 460	LK 4140
KC 4	KC 1*)
373	G 564
506	G 1064***)
1018	1018
1561	G 2004
1562	G 1404*)
1801	G 504
1802	G 354
1803	G 564
1805	G 1064
1815	G 2504
1817	G 4004
1832	G 1404
3006	G 354

*) Umschaltung erforderlich.
**) Die Valvoröhre wird nur mit 0-Sockel geliefert.
***) Der Glaskolben der G 1064 ist ohne Stifte 12 cm hoch.
Alle Röhren, neben denen keine Anmerkung ist, können ohne Umschaltung ausgewechselt werden.

Sodann nehmen wir uns das Innenleben vor. Jemand ohne gewisse Erfahrung mit alten Geräten wird hier nicht immer gleich den Unterschied zwischen Widerständen und Kondensatoren feststellen können. Auch finden sich in Glas eingeschmolzene Widerstände oder Teile, deren Verwendungszweck vorerst im Dunkeln bleibt. Wir machen erst wieder unsere optische Kontrolle und prüfen, ob irgendwo was lose, geplatzt oder durchgebrannt ist.

Man bedenke, daß sich *Widerstände* oft in Isolierschläuchen verstecken und ihr Wert dann nur auf dem Schlauch aufgedruckt ist. Wenn solch ein Widerstand defekt ist, tauschen wir ihn nach Entfernen heimlich gegen einen modernen neuen aus; man sieht's ja nicht. Kritischer wird die Sache bei einem offen in der Schaltung liegenden Widerstand. Notfalls von unten den neuen, der bei gleicher Belastbarkeit heute wesentlich kleiner ist, anlöten und den alten – nur einseitig noch befestigt – wieder darüberbiegen. Wir lassen überhaupt alle Originalteile, welche wir nicht gleichwertig ersetzen können, im Gerät drin; legen sie nur still und verstecken unseren Ersatz bestmöglich.

Kondensatoren bedeuten meist Arbeit. Obwohl erstaunlicherweise alle möglichen Uralt-Kondensatoren noch heute im Dauerbetrieb arbeiten – man druckte übrigens früher gern das Herstellungsjahr drauf – treten doch besonders nach langer Standzeit und Feuchtigkeit jede Menge Feinschlüsse auf, auch wenn Vergußmasse offensichtlich nicht ausgetreten ist und Elektrolytkondensatoren keine hochgequollenen Ventile aufweisen. Wir lassen uns aber nicht bange machen. Der defekte Kondensator wird herausgenommen und die Teervergußmasse vorsichtig entfernt (aufheben – wir brauchen sie noch!). Nun läßt sich der Wickel aus dem Rohr ziehen. Wir ersetzen ihn durch einen wiederum in den Abmessungen kleineren modernen Typ mit axialen Anschlüssen und verschließen mit der Vergußmasse unter Zuhilfenahme eines kleinen Lötkolbens das Rohr wieder. Es stinkt etwas, aber der Erfolg gibt uns recht. Ebenso verfahren wir bei Becherelkos und Blockkondensatoren. Hier wird der Kasten geöffnet, der Inhalt entfernt und sinngemäß an die Anschlüsse auf der Pertinaxgrundplatte löten wir kleine neue Kondensatoren. Nach Schließen des Bechers kann man uns nur noch mit Hilfe einer Waage etwas nachweisen.

Defekte *Transformatoren* bereiten Sorge. Hier gibt es an und für sich bei einer Restaurierung nur das Neuwikkeln. Man nehme Kontakt auf mit entsprechenden Firmen und schildere sein Anliegen (besser, wenn man's selber kann).

Kleinteile holen wir aus unserer Kiste (alte Schrauben sind zöllig!). Hier muß man eben Findigkeit beweisen und manchmal auch unorthodoxe Wege gehen.

Wenn wir glauben, alle Fehler beseitigt zu haben, wagen wir ein Einschalten des Gerätes. Wenn's blau leuchtet und knallt und die Sicherung rausfliegt, haben vermutlich Gleichrichter- oder Endröhre Luft gezogen und müssen ersetzt werden. Leuchten (tatsächlich!) jedoch unsere Heizfäden und nichts fängt an zu schmoren, warten wir auf das erste Krächzen. Dann ist schon viel gewonnen. Ein Langdraht muß angeschlossen werden, vorteilhaft auch gleich eine Erde. Ein Super sollte dann sofort Empfang bringen, ein Geradeausempfänger knarrt oder pfeift anfänglich, bis die Röhren warm sind und wir mit Gefühl an der Rückkopplung manipuliert haben. Wir stellen einen schwachen Sender ein und tauschen nun die Röhren nacheinander (bei gleichen Typen natürlich nur), um beste Ergebnisse zu erzielen. Besonders bei den ganz alten „Europa"-Röhren kann man aufgrund der herstellungsbedingten, unterschiedlichen Kennwerte gleicher Röhrentypen enorme Veränderungen – so oder so – durch Ausprobieren mehrerer Röhren erlangen. Man sollte den Kunden übrigens auf die schwache Ausgangsleistung alter Radios hinweisen, ebenso auf die hochohmigen Lautsprecherausgänge (die zudem noch Spannung führen).

Unser Gerät funktioniert also und wir haben Glück gehabt. Ist das nicht der Fall, wo kriegt man Teile her? Sperrmüll und Flohmarkt sind die billigsten Lieferanten mit einem breiten Angebot. Man frage auch Bekannte nach irgendwelchen Altgeräten auf dem Speicher. Die FUNKSCHAU u. ä. Publikationen weisen Anzeigenseiten auf, wo laufend auch Nostalgiematerial angeboten wird. Hilfreich wäre auch die Mitgliedschaft im Deutschen Rundfunkmuseum, Berlin, wo man für einen geringen Beitrag den dicken Ordner mit einer Beschreibung jedes dort vorhandenen Gerätes bekommt.

Bild 1 und 2 zeigen die Schaltungen der „Renner" auf der Nostalgiebörse: Der Deutsche Kleinempfänger und seine Nachkriegsversion; die *Tabellen* sind eine hilfreiche Vergleichsliste für Uralt-Röhren.

Vergleichstabelle für Empfangs- und Gleichrichterröhren mit gleichen technischen Daten

Telefunken	Valvo
1. Batterieröhren	
RE 034	W 406
RE 074	H 406
RE 074 n	H 407 Sp.
RE 084	A 408
RES 094	H 406 D
2. Endröhren für Batterie- und Wechselstrom-Geräte	
a) Trioden	
RE 114	L 410
RE 134	L 413
b) Pentoden	
RES 174	L 415 D/5
RES 174 d	L 415 D/4
RES 164	L 416 D/5
RES 164 d	L 416 D/4
RES 374	L 427 D
RES 964	L 496 D
c) Kraftverstärkerröhren	
RE 304	LK 430
RE 604	LK 460
RE 614	LK 4110
3. Wechselstromröhren	
REN 904	A 4110
REN 914	W 4110
REN 1004	W 4080
RENS 1204	H 4080 D
RENS 1214	H 4125 D
RENS 1224	X 4122
RENS 1234	X 4123
RENS 1254	AN 4126
RENS 1264	H 4111 D
RENS 1284	H 4128 D
RENS 1294	H 4129 D
RENS 1374 d	L 4150 D
4. Gleichstromröhren	
RENS 1818	H1818 D
RENS 1819	H 1918 D
RENS 1820	H 2018 D
REN 1821	A 2118
RENS 1823 d	L 2318 D
RENS 1884	H 2518 D
RENS 1894	H 2618 D
5. Gleichrichterröhren	
RGN 354	G 354
RGN 504	G 504
RGN 564	G 564
RGN 1064	G 1064
RGN 1404	G 1404
RGN 1503	G 1503
RGN 2004	G 2004
RGN 2005	G 2005
RGN 2504	G 2504
RGN 4004	G 4004

Brief aus Japan

Josephson-Speicher

Das Josephson-Element hat in der Computertechnik große Beachtung gefunden, weil man sich eine mehr als tausendmal größere Leistungsfähigkeit als bei einem entsprechenden Transistorelement erwartet. Dabei wird der Effekt ausgenutzt, daß ein zwischen zwei supraleitenden Elektroden befindlicher Isolator bei tiefsten Temperaturen bis zu einer bestimmten Stromstärke ebenfalls supraleitend ist, darüber aber als Widerstand wirkt.

Musashino (Tokio) entwickelte eine neue Josephson-Technologie, die die Herstellung von Speicherzellen gestattet, die ihren Inhalt beim Auslesen nicht verlieren. Dieser Erfolg ermöglicht die Realisation von ultraschnellen Speichern mit extrem geringem Leistungsverbrauch und später einmal auch von Josephson-Computern mit sehr hoher Rechengeschwindigkeit. Einziges Problem ist noch die Abkühlung der Elemente bis nahe an den absoluten Nullpunkt.

Bei bisherigen Josephson-Technologien wurde der Speicherinhalt beim Auslesen zerstört. Deshalb war es erforderlich, bei jedem Auslesen die Information sofort wieder rückzuspeichern. Dafür war eine zusätzliche Logik notwendig, was zu einem Verlust an Verarbeitungsgeschwindigkeit und einer Erhöhung des Leistungsverbrauches führte.

Die neue Technologie bewirkt, daß das Speicherelement dieses Wiedereinschreiben praktisch selbständig vornimmt. Musashino baute zunächst ein Muster mit 4 bit Speicherkapazität; dies ist die Mindestanzahl der Josephson-Zellen. Die notwendige Auflösung bei der Chipherstellung beträgt – wie bei heutigen ICs – etwa 5 µm. Für die supraleitenden Elektroden wurde eine Legierung aus Blei, Indium und Gold verwendet. Die Arbeitstemperatur betrug 4,2 K. Experimentell konnte bestätigt werden, daß der Speicherinhalt auch nach dem Auslesen noch vorhanden ist.

Bildplatten-Standardisierung

Die Hersteller von Bildplatten sehen sich offensichtlich außerstande, sich auf ein gemeinsames Abtastsystem zu einigen, obwohl die beiden existierenden Systeme – mechanisch und optisch – zu einer völligen Nicht-Kompatibilität der Platten führen.

Auf der anderen Seite haben die Hersteller aber Bedenken, ihre Systeme auf den Markt zu bringen, bevor eine Standardisierung erreicht wurde. Da man im japanischen Außenhandels-Ministerium nicht noch einmal die Tragödie des Wettbewerbs mehrerer Videorecorder-Systeme wie VHS und Betamax erleben möchte, die heute bis aufs Messer in Konkurrenz stehen, hofft man auf eine baldige Einigung. Allerdings ist der Verband der Elektronikindustrie auf diesem Gebiet nicht allzu aktiv; dort ist man der Meinung, daß man sich darüber auch mit den Amerikanern und Europäern einigen müßte.

Pioneer hat das Philips-MCA-System übernommen, das mit einem Abtastlaser arbeitet. Es gestattet die verlangsamte und Standbild-Wiedergabe. Außerdem ist der Zugriff zu jeder beliebigen Stelle der Platte möglich. Pioneer's System ist bereits auf dem Markt; Anfang 1979 wurden 10 000 Stück an General Motors verkauft. Sony hat bisher noch keinen Bildplattenspieler vorgestellt, will aber offensichtlich ebenfalls das Philips-MCA-System übernehmen.

Sanyo stellte im Oktober 1979 ein optisches Abtastsystem vor, das sich ebenfalls in diese Reihe einordnen läßt. Das gleiche gilt auch für Sharp.

Matsushita entwickelte eine mechanisch abgetastete Bildplatte namens „Viscopack". Das Abspielgerät soll relativ preiswert sein, läßt aber keinen wahlfreien Zugriff zu. Es ist noch nicht entschieden, ob und wann es auf den Markt gebracht werden soll. Matsushita hat parallel hierzu auch die Eignung optischer Abtastverfahren untersucht.

Victor entwickelte das VHD-System, das mit einer relativ großen Abtastnadel arbeitet. Dabei wird die Kapazitätsänderung zwischen Platte und Nadel ausgenutzt. Die Platte enthält keine Rille. Victor untersucht aber ebenfalls optische Systeme.

Außer Pioneer stehen also alle japanischen Bildplatten-Hersteller auf dem Standpunkt: „Abwarten und (grünen) Tee trinken".

235 800 Videorecorder pro Monat

Nach den Statistiken der Unterhaltungselektronik-Industrie wurden im September 1979 insgesamt 235 868 Videorecorder in Japan hergestellt. Damit wurde der im Juli erzielte Rekord von 170 000 gebrochen.

Die enorme Zunahme der Produktion ist darauf zurückzuführen, daß die Hersteller mit voller Kapazität arbeiteten, um die Nachfrage der Ausländer vor Weihnachten und der Japaner vor dem Neujahrsfest decken zu können. Für das gesamte Jahr 1979 schätzt man eine Produktion von zwei Millionen Videorecordern (!). Der Verlauf in den ersten zwei Dritteln des Jahres war (abgerundet auf 10 000er) wie folgt: Januar 110 000, Februar 130 000, ebenso im März, April 150 000, Mai 140 000, Juni und Juli 170 000, August 160 000, September 230 000 – zusammen also 1 390 000.

Fuji & Siemens

Fuji Denki Seizo hat mit Siemens ein Abkommen getroffen, zusammen eine Halbleiterfirma zu gründen, die ihren Sitz in Japan hat. Fuji verspricht sich davon eine Verbesserung der eigenen Halbleitertechnologien, Siemens hofft auf bessere Verkaufsmöglichkeiten im Ausland.

Fuji hat bereits seit etwa 60 Jahren Beziehungen zu Siemens, nämlich als Patent-Lizenznehmer. 1975 wurden Fuji und Siemens gleichberechtigte Partner auf der Basis des gegenseitigen Lizenzaustausches.

Man darf gespannt sein, welche Rolle die japanisch-deutsche Firma in Zukunft auf dem Welt-Halbleitermarkt spielen wird.

Friedrich Manz

Trinicon-Farbkamera für Heimanwendungen

2. Teil

Im zweiten Teil dieses Beitrages werden die Farbtemperatur-Ausgleichschaltung und der Weißabgleich sowie die Gamma-Korrektur beschrieben.

Farbtemperatur-Ausgleichschaltung und Weißabgleich

Der Begriff Farbtemperatur kann folgendermaßen definiert werden: Wenn ein schwarzer Körper stark erhitzt wird, gibt er Lichtstrahlen ab. Die Farbtemperatur ist der Wert, den man einer bestimmten Farbart zuordnet. So entspricht ein weißglühender Zustand einer hohen Temperatur, während der rotglühende Zustand einer relativ niedrigen Temperatur bzw. Farbtemperatur entspricht.

Für die Beleuchtung einer Aufnahmeszene gibt es verschiedene Arten von Lichtquellen. Geht man von einer angestrahlten, weißen Fläche und einem Monitor mit exakt eingestelltem Weißabgleich aus, so wird das Weiß bei Bestrahlung mit Tageslicht einen leichten Blaustich aufweisen. Eine normale Glühlampe dagegen läßt auf der weißen Fläche einen Rotstich entstehen. Bei der Trinicon-Farbkamera sind die Farbsignalausgänge keine additiven Grundfarben wie bei einer Dreiröhren-Anordnung, sondern Farbdifferenzsignale (R–Y und B–Y). Eine Kompensation von Fehlern der Farbtemperatur kann hier in der Weise durchgeführt werden, daß man in den Farbdifferenzsignalen Luminanzanteile addiert bzw. davon subtrahiert und das resultierende Signal mit dem für die jeweilige Farbe spezifischen Korrekturkoeffizienten multipliziert. Die Schaltung dazu geht aus *Bild 10* hervor.

Die positiven und negativen Y-Anteile werden in zwei Steuerverstärkern (T29, T30, T31 und T32, T33, T34) verarbeitet. Dabei addiert man die +Y- oder –Y-Anteile mit dem (R–Y)- bzw. (B–Y)-Signal. Bevor das Luminanz-Signal in die Schaltung eingespeist wird, erfährt es durch ein Tiefpaßfilter eine Begrenzung des Frequenzganges. die Grenzfrequenz der Tiefpaßeinrichtung beträgt 1 MHz (–3 dB); bei 2 MHz werden –10 dB erreicht.

Die beiden Verstärkerzweige sind jeweils dreistufig. Die erste Stufe ist als Phasenspalter ausgebildet. Am Emitter kann ein positives und am Kollektor ein negatives Y-Signal abgenommen werden. Die Auskopplung bzw. die Signalzusammenführung (Punkt A bzw. B) erfolgt in jedem Zweig über die Steuerverstärker und die Einsteller VR 7 und VR 9.

Die Ersatzschaltung im *Bild 11* verdeutlicht das Funktionsprinzip der Korrekturschaltung am Beispiel des (R–Y)-Kanales. Der Steuerverstärker ist hier durch einen veränderlichen Widerstand ersetzt. Die Schaltung arbeitet als Addierstufe für die positiven und negativen Luminanzanteile: $(R-Y) \pm \Delta Y = (R'-Y)$. Die Verstärkung von T30 wird mit dem Einsteller für den Weißabgleich VR 203 korrigiert (Bild 10). Mit VR 7 kann der Pegel der positiven Y-Anteile bestimmt werden. Diese variablen Luminanzkomponenten führt man dem Mischer zu, der ebenfalls die

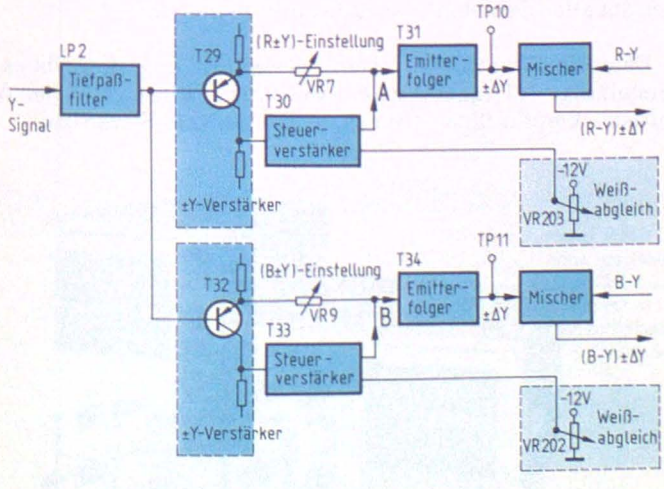


Bild 10. Korrekturschaltung für den Weißabgleich

Bild 11. ▶ Prinzipschaltung der Addierstufe

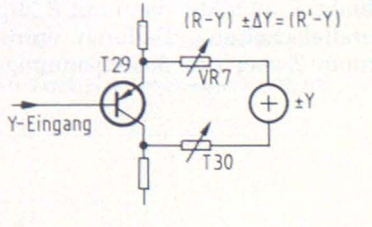
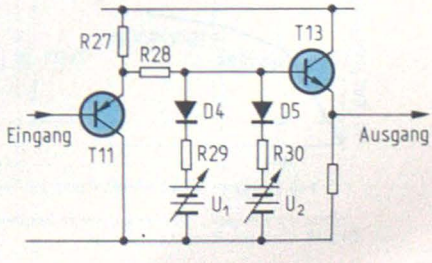


Bild 12. ▶ Prinzipschaltung einer Gamma-Korrektur



(R–Y)-Information erhält. An den beiden Mischerausgängen erhält man so die beiden korrigierten Farbdifferenzsignale (R–Y) ± ΔY und (B–Y) ± ΔY.

Gamma-Korrektur

Die nichtlineare Kennlinie der Aufnahmeröhre hat zur Folge, daß sich die Ausgangsspannung nicht völlig proportional zur Helligkeit ändert. Das gleiche trifft bei der Fernsehbildröhre zu. Zum Ausgleich dieser Nichtlinearität ist eine sogenannte Gamma-Korrektur erforderlich; sie erfolgt kameraseitig. Ohne diese Maßnahme würden die Helligkeitseindrücke der zu übertragenden Vorlage mit fehlerhafter Gradation auf dem Monitor weitergegeben.

Die Kompensation geschieht durch Vorverzerrung in einer Anpassungsstufe mit einer dem Gradationsfehler entgegengerichteten Kennlinie. Das Schaltungsprinzip geht aus *Bild 12* hervor. Parallel zur Emitter-Kollektor-Strecke von T11 liegen zwei unterschiedlich vorgespannte Dioden (D 4, D 5). Ihre Arbeitswiderstände R 29 und R 30 weisen ebenfalls verschiedene Werte auf; diese Anordnung bildet in Verbindung mit R 28 den Basisspannungsteiler für T13.

Die Wirkungsweise wird an der Gamma-Korrekturkurve deutlich (*Bild 13*). In Abhängigkeit vom Signalpegel, der am Emitter von T11 steht, verändern sich die Innenwiderstände der Dioden. Im Punkt 1 der Kurve ist D 4 niederohmig, so daß der Basisspannungsteiler im wesentlichen durch die Reihenschaltung von R 28 und R 29 gebildet wird. Die Basisspannung von T13 bzw. die Verstärkung reduziert sich dadurch. Die Vorspannung von D 5 ist so eingestellt, daß diese Diode noch gesperrt ist. Erst wenn der Signalpegel weiter ansteigt, wird auch D 5 niederohmig. R 30 bildet dann mit R 29 eine Parallelschaltung. Dadurch wird der untere Zweig des Basisspannungsteilers noch niederohmiger, und die Verstärkung geht weiter zurück (Punkt 2). Die Kurve verändert sich somit stetig in Abhängigkeit vom Signalpegel bzw. von der Durchlaßcharakteristik der Dioden.

Eine Überkompensation im Zuge der Gamma-Korrektur kann bei weißen Bildvorlagen einen zu kleinen Index- bzw. Chromasignalpegel zur Folge haben. Um dies zu vermeiden, ist eine genaue Einstellung der Diodenvorspannungen U_1 und U_2 (Bild 12) von entscheidender Bedeutung.

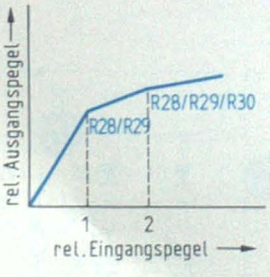


Bild 13. Gamma-Korrekturkurve

Bild 14. Trinicon-Farbkamera HVC 2000 MCE für Heimanwendungen mit elektronischem Sucher und Motor-Zoomobjektiv (Sony)

Eine Trinicon-Farbkamera für Heimanwendungen, in der die hier beschriebenen Technologien zur Anwendung kommen, zeigt *Bild 14*. Sie arbeitet mit elektronischem Sucher und einem Motor-Zoomobjektiv.

Stichworte zum Inhalt

Farb-Videokamera, Index-Bildwandlerröhre, Trinicon, punktsequentielle Abtastung.

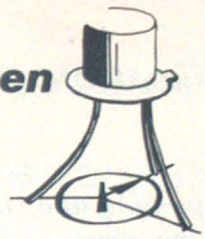
Neue Oszillografen-Serie

Mit diesem neuen Entwurfskonzept der Serie 5230 ist es Matsushita gelungen, einen hochwertigen 2-Kanal-Oszillografen für den 30-MHz-Bereich zu entwickeln, der mit seiner Vielfalt an Funktionen und Bedienungskomfort mit Geräten der 200-MHz-Klasse vergleichbar ist. Dieser neue Geräte-Typ erschließt daher auch breite Anwendungsmöglichkeiten auf allen Gebieten der Elektronik.

Die wichtigsten Daten in Stichworten: Dreifach-Darstellung (Trigger View), Doppelzeitbasis, Empfindlichkeit 2 mV/cm, Signal-Verzögerung, symm. XY-Betrieb, Auto-Fix-Trigger, var. Hold Off, Schirmgröße 8 cm x 10 cm mit Innenraster, TV-Trigger. Sämtliche Funktionen (außer Eingangsteiler) werden über eine interne IC-Logik geschaltet. Die Domed-Meshed-Röhre ist ebenfalls eine Neuentwicklung von Matsushita; sie garantiert ein gestochen scharfes und helles Bild.

Diese neuen Oszillografen gibt es in zwei Bauformen (*Bild*): VP-5230 A/S (horizontal), VP-5230 S (vertikal).

Die Oszillografen-Serie 5230 gibt es in horizontaler und vertikaler Ausführung



Dieter Nührmann

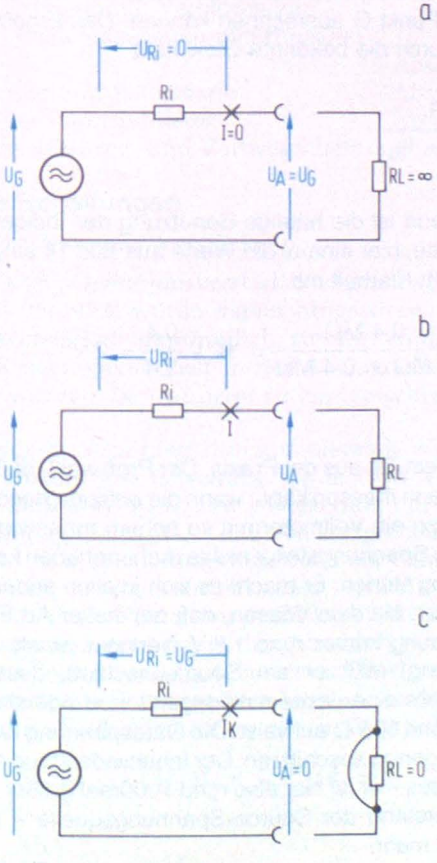
Bauelemente in Theorie und Praxis (2)

Eine Serie für alle, die es noch nicht wissen oder wieder vergessen haben

1.10 Äußerst wichtig: Der Innenwiderstand und die Praxis

Es geht hier um den Innenwiderstand oder Generatorwiderstand einer Spannungsquelle. Jeder Spannungserzeuger, also eine Batterie, ein Meßgenerator oder ein Mikrofon, hat einen Innenwiderstand, an dem ein Teil der erzeugten Spannung und somit auch Leistung (intern) verlorengeht, die also dem eigentlichen Verbraucher nicht mehr zur Verfügung steht. *Bild 11* zeigt das deutlich.

Leerlauf (Bild 11a): Hier ist der Ausgang offen. Die Generatorspannung U_G (EMK) steht voll an den Klemmen meßbar zur Verfügung, wenn ein extrem hochohmiges Instrument benutzt wird. Da $I = 0$ ist, wird demnach auch $U_{Ri} = 0$.



◀ Bild 11. Wirkung des Innenwiderstandes einer Spannungsquelle bei a) Leerlauf, b) Belastung, c) Kurzschluß

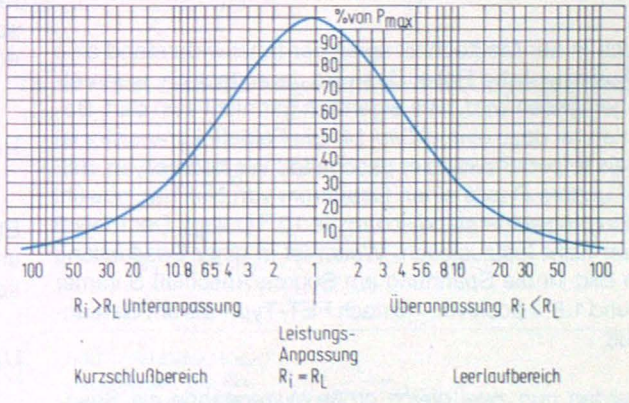


Bild 12. Leistungsverlauf bei unterschiedlichen Verhältnissen von R_L/R_i

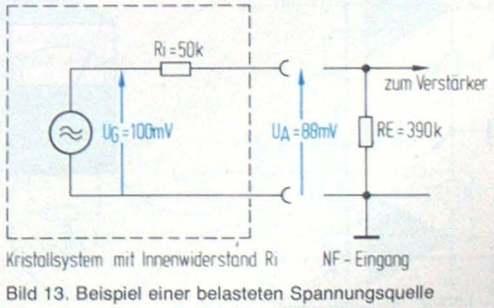


Bild 13. Beispiel einer belasteten Spannungsquelle

Belastung (Bild 11b): Der Generator wird mit dem Widerstand R_L belastet. Der Strom ergibt sich aus $I = \frac{U_G}{R_i + R_L}$. Die Ausgangsspannung ist $U_A = U_G \cdot \frac{R_L}{R_i + R_L}$. Die maximale Leistung wird abgegeben bei $R_i = R_L$. Dieser Fall wird mit Leistungsanpassung bezeichnet. Bei $R_L > R_i$ spricht man von Überanpassung im Gegensatz zu $R_L < R_i$ als Unteranpassung.

Kurzschluß (Bild 11c): Hier ist $R_L = 0$. Den maximalen Strom errechnet man aus $I_K = \frac{U_G}{R_i}$. Die Spannung U_A ist Null.

Für den Fall $R_L > R_i$ und $R_L < R_i$ zeigt die Kurve *Bild 12* die genauen Verhältnisse. Dazu ein Beispiel aus der Praxis. Ein Kristalltonabnehmer hat einen Innenwiderstand von rund 50 kΩ. Die im System erzeugte Spannung U_G beträgt 100 mV (*Bild 13*). Der Eingangswiderstand des Nf-Verstärkers hat einen Wert von 390 kΩ. Somit ist die Spannung

$$U_A = U_G \cdot \frac{R_E}{R_i + R_E} = 0{,}1\ V \cdot \frac{390\ k\Omega}{50\ k\Omega + 390\ k\Omega} = 0{,}088\ V.$$

Also gelangt nur ein Teil der erzeugten Spannung U_G zur Ansteuerung des Verstärkers. Ähnliche Überlegungen müssen immer angestellt werden, wenn ein Generator mit dem Innenwiderstand R_i eine Schaltung mit dem Eingangswiderstand R_E ansteuert.

Auch in der Meßtechnik spielt der Innenwiderstand eine nicht unerhebliche Rolle. Das wird dann deutlich, wenn etwas gemessen wird, was eigentlich gar nicht sein darf. Betrachten wir dazu einmal *Bild 14.* Ein Feldeffekttransistor ist dort als Impedanzwandler geschaltet. Wir nehmen an, daß er für unsere Praxis einen Gatestrom von Null hat, obwohl der Eingangswiderstand so um die 10^{12} Ω liegt. Der Einfluß ist hier nicht festzustellen. Weiter ist in einer Beschaltung nach Bild 14 die Spannung am Source-Anschluß S immer um rund 1,8 V positiver – je nach FET-Typ – als am Gateanschluß.

Werden nun zwei gleich große Widerstände als Spannungsteiler benutzt, hier die beiden 2-MΩ-Widerstände, so teilen sie die Spannung auch zur Hälfte auf. Es handelt sich

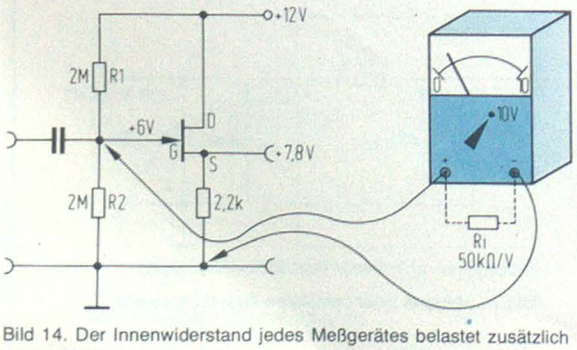


Bild 14. Der Innenwiderstand jedes Meßgerätes belastet zusätzlich jede Schaltung

um den sogenannten unbelasteten Spannungsteiler, den wir schon kennengelernt haben. Das nun soll mit einem Vielfachmeßgerät gemessen werden, das einen Innenwiderstand von $R_i = 50$ kΩ pro Volt hat. Dabei bezieht sich das „pro Volt" immer auf den jeweils eingestellten Bereich. Nun, auf jeden Fall beträgt bei dem 10-V-Bereich der Innenwiderstand des Meßgerätes dann 10 x 50 kΩ = 500 kΩ. Schließen wir das Meßgerät nun zwischen Masse und dem Punkt G an, dann wird sehr schnell ernüchternd festgestellt, daß aus den vermuteten 6 V eine Spannung von 2 V geworden ist.

Hier verfälscht der Innenwiderstand des Meßgerätes den tatsächlichen Wert, indem er das Spannungsteilerverhältnis ändert. Der obere Wert R 1 = 2 MΩ bleibt bestehen, jedoch wird nun zu R 2 der Instrumentenwiderstand mit 500 kΩ parallel geschaltet. Das zu berechnen, hatten wir schon festgestellt, geht nach der Formel

$$R_{ges} = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2};$$

dabei ist hier einmal

R 1 = 2,2 MΩ und R 2 = 500 kΩ.

Die Rechnung sieht nun folgendermaßen aus:

$$R_{ges} = \frac{2\ M\Omega \cdot 0{,}5\ M\Omega}{2\ M\Omega + 0{,}5\ M\Omega} = \frac{1\ M\Omega}{2{,}5} = 0{,}4\ M\Omega.$$

Somit ist der neue Teilerwiderstand nicht mehr 2 MΩ groß, sondern nur noch 400 kΩ „klein". Mit Spannungsteilern hatten wir uns schon beschäftigt, so daß wir die Teilerspannung an Punkt G ausrechnen können. Das Ergebnis erhalten wir durch die bekannte Gleichung

$$U_A = U_E \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}.$$

Etwas verwirrend ist die häufige Benutzung der Indices 1 und 2. Aber bitte, hier einmal die Werte aus Bild 14 eingesetzt, verschafft Klarheit mit

$$U_A = 12\ V \cdot \frac{0{,}4\ M\Omega}{2\ M\Omega + 0{,}4\ M\Omega} = 12\ V \frac{0{,}4}{2{,}4} = 2\ V.$$

Dazu gleich ein Tip aus der Praxis. Der Profi weiß, daß er am Gate nur dann messen kann, wenn die entsprechenden Meßmittel – also ein Voltmeter mit so hohem Innenwiderstand, der dem Spannungsteiler nichts mehr anhaben kann – zur Verfügung stehen. Er macht es sich in allen anderen Fällen einfacher: Mit dem Wissen, daß bei dieser Art FET die Gatespannung immer rund 1,8 V niedriger ist als die Sourcespannung, mißt er am Sourceanschluß, dessen Spannungsquelle einen extrem niedrigen Innenwiderstand von z. B. nur rund 500 Ω aufweist. Die Gatespannung kann er dann sicher genug abschätzen. Der Innenwiderstand des Meßinstrumentes – er ist hier also rund 1000mal größer als der Innenwiderstand der Source-Spannungsquelle – hat keinen Einfluß mehr.

(Fortsetzung folgt)

DK 621.375.024.004.14:681.325+.33

Vs 56

Operationsverstärker

Anwendungen

Man unterscheidet gewöhnlich zwischen linearen und nichtlinearen Schaltungen. Für lineare Schaltungen wird oft auch die Bezeichnung „analoge Schaltungen" angewendet, da die zu übertragenden Vorgänge in den meisten Fällen auch nichtlineare Komponenten enthalten.

Zu den linearen Schaltungen gehören z. B.:

Addierer, Summier-Verstärker	Abschnitt 1.1
Subtrahierer	Abschnitt 1.2
Spannungs-Strom-Wandler	Abschnitt 1.3
Integratoren	Abschnitt 1.4
Differentiatoren	Abschnitt 1.5
Referenzspannungsquellen, Konstantspannungsquellen	Abschnitt 1.6
Regler (z. B. PD-, PI- und PID-Regler)	Abschnitt 1.7
Brücken-Verstärker, Meßschaltungen	Abschnitt 1.8
Spannungs-, Strom-, Ladungsverstärker	
Filter	
Oszillatoren	

Die Gruppe der nichtlinearen Schaltungen umfaßt z. B.:

Spannungskomparatoren	Abschnitt 2.1
Schwellenwertschalter, Schmitt-Trigger	Abschnitt 2.2
Funktions-Generatoren, Verfahren zur Nachbildung von gegebenen nichtlinearen Funktionen	Abschnitt 2.3
Logarithmierer und Potenzierer	Abschnitt 2.4
Multiplizierer und Dividierer	Abschnitt 2.5
Gleichrichter (Einweg- und Vollwegschaltung) [8]	

1 Lineare Schaltungen

1.1 Addierer, Summier-Verstärker

In FtA Vs 55 „Operationsverstärker – Grundlagen" (Heft 23, 24 und 25/1977) wurde darauf hingewiesen, daß die Operationsverstärker ursprünglich zur Durchführung bestimmter Rechenoperationen in der Analogrechentechnik entwickelt wurden. Der Addierer ist ein typisches Beispiel dafür.

Bild 1 zeigt die Schaltung. Ihre summierende Wirkung erklärt sich anhand von Gleichung (1) aus FtA Vs 55. Die Größe der Ströme I_1, I_2, I_3... ist jeweils durch die zugehörende Spannung U_1, U_2, U_3... und den entsprechenden Widerstand R 1, R 2, R 3.... festgelegt, denn der Punkt S führt Massepotential; er repräsentiert einen virtuellen Massepunkt. Da der ideale Operationsverstärker einen hohen Eingangswiderstand hat, ist der in den Anschluß N hineinfließende Strom gegenüber I_1, I_2, I_3 zu vernachlässigen. Der aus I_1, I_2, I_3 bestehende Summenstrom ist also dem durch den Widerstand R_N fließenden Strom gleich. Es gilt deshalb

$$U_1/R_1 = I_1;\ U_2/R_2 = I_2;\ U_3/R_3 = I_3$$

$$\left(\frac{U_1}{R_1}+\frac{U_2}{R_2}+\frac{U_3}{R_3}\right)\cdot R_N = -U_o \qquad (1)$$

Bei gleichen Widerständen $R_1 = R_2 = R_3 = R$ erhält man

$$(U_1 + U_2 + U_3)\cdot\frac{R_N}{R} = -U_o$$

Die Schaltung gestattet demnach die Addition mehrerer Spannungen (bei $R_1 = R_2 = R_3$) oder mehrerer gewichteter Spannungen (bei $R_1 \neq R_2 \neq R_3$). Man muß dabei im Auge behalten, daß die Schaltung zunächst nur Ströme addiert. Erst über die vorgeschalteten Widerstände wird sie zu einem Spannungs-Addierer.

1.2 Subtrahierer

Bild 2 zeigt die Schaltung. Nach FtA Vs 55, Abschnitt 1.4, gilt für die vier Widerstände:

$$\frac{R_1}{R_2}=\frac{R_3}{R_4}$$

oder $R_1 = R_2 \cdot \alpha$ und $R_3 = R_4 \cdot \alpha$

$$\frac{R_2\cdot\alpha}{R_2}=\frac{R_4\cdot\alpha}{R_4}$$

Dann erhält man die folgenden beiden Ausgangsgleichungen:

$$U_P = \frac{R_4}{R_4\cdot\alpha + R_4}\cdot U_2$$

$$U_N = \frac{R_2}{R_2\cdot\alpha + R_2}\cdot (U_1 - U_o) + U_o$$

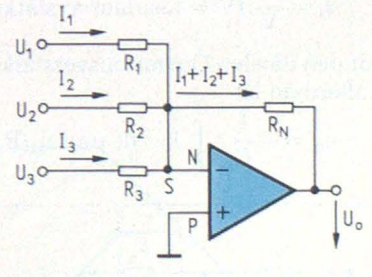


Bild 1. Addierer, Umkehraddierer. Die Eingangsgrößen dürfen beliebiges Vorzeichen haben, wenn der Operationsverstärker symmetrisch betrieben wird. Es muß dann nur die Übersteuerungsgrenze (max. Amplitude) beachtet werden [1, 8]

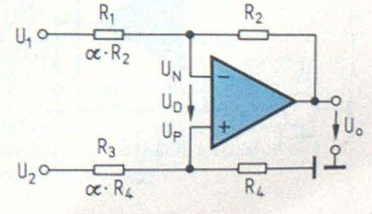


Bild 2. Subtrahierer [1]

Wegen $U_D \approx 0$ ist $U_P \approx U_N$; also gilt:

$$U_2 \cdot \frac{1}{1+\alpha} = \frac{1}{1+\alpha} \cdot (U_1 - U_o) + U_o$$

$$(U_2 - U_1) \cdot \frac{1}{1+\alpha} = U_o \cdot \left(\frac{\alpha}{1+\alpha}\right)$$

$$U_2 - U_1 = \alpha \cdot U_o \qquad (4)$$

1.3 Spannungs-Strom-Wandler

Die in *Bild 3* angegebene Schaltung hat die Aufgabe, die Gleichung $I_L = U_i \cdot c$ zu erfüllen, d. h. I_L soll U_i proportional sein. Ferner ist die Größe von I_L bei gegebenem U_i durch die Wahl der Konstante c einstellbar. Sie ist in dieser Schaltung bestimmt durch

$$c = \frac{R_N}{R_1 \cdot R_5}$$

Eingangsspannung U_i und Ausgangsspannung $U_L = I_L \cdot R_L$ können in dieser Schaltung einseitig an Masse liegen.

Unter der Voraussetzung, daß folgende Bedingung

$$R_1 \cdot (R_4 + R_5) = R_3 \cdot R_N \qquad (5)$$

erfüllt wird, gilt

$$I_L = U_i \cdot \frac{R_N}{R_1 \cdot R_5} \qquad (6)$$

Wegen der relativ langen Rechnung ist die Gleichung (6) in einigen groben Schritten im Anhang abgeleitet.

1.4 Integrator

Der Integrator (Analog-Integrator) findet vielfache Anwendung im Analog-Rechner sowie in der Signal-Verarbeitung und -Erzeugung. Z. B. wird damit eine genau zeitlinear ansteigende Spannung (Sägezahn) gewonnen, wenn an den Eingang eine konstante Spannung (U_1) gelegt wird.

Auszugehen ist hier von den Gleichungen für Strom und Spannung an einem Kondensator:

$$i_C = C \cdot \frac{du_C}{dt} \text{ und } u_C = \frac{1}{C} \cdot \int i_C \cdot dt \qquad (7)$$

Dann ergibt sich nach *Bild 4*

$$\frac{u_1 - u_i}{R} = i_R \text{ und } u_i - u_o = \frac{1}{C} \cdot \int_0^T i_C \cdot dt$$

Ferner ist

$$u_i = \frac{u_o}{V} \text{ (V = Leerlaufverstärkung).}$$

Für den idealen Operationsverstärker mit $V \rightarrow \infty$ wird $u_i = 0$. Außerdem ist

$$u_o = -\frac{1}{C} \cdot \int_0^T i_C \cdot dt \text{ und } u_1/R = i_R$$

Da kein Signalstrom in den Eingang des Operationsverstärkers fließen soll, ist $i_R = i_C = i$ und

$$u_o = -\frac{1}{R \cdot C} \cdot \int_0^T u_1 \cdot dt + U_c \qquad (8)$$

U_c ist die Integrationskonstante. Sie gibt die Ausgangsspannung an, die zur Zeit t_0, d. h. für $u_1 = 0$, vorhanden ist. Die Ausgangsspannung ist also (für $U_c = 0$) das zeitliche Integral der Eingangsspannung.

In Wirklichkeit (realer Betrieb) setzt sich der Wert der Ausgangsspannung jedoch aus zwei Anteilen zusammen: dem gewünschten Integral der Eingangsspannung und einer Fehlerspannung. Letztere entsteht durch den Eingangsruhestrom und die Offsetspannung.

Der Eingangsruhestrom i_B erzeugt eine Ausgangsspannung

$$\Delta u_{oB} = \frac{1}{C} \cdot \int i_B \cdot dt$$

und die Offsetspannung u_{1S} eine Spannung

$$\Delta u_{oS} = \frac{1}{R \cdot C} \cdot \int u_{1S} \cdot dt$$

Diese beiden Fehlerspannungen steigen linear mit der Zeit an, bis der Verstärker übersteuert ist oder eine andere Begrenzung wirksam wird. Die Integrationszeit muß also genügend klein sein, um diese Fehlerspannung nicht zu hoch anwachsen zu lassen.

Der Einfluß des Eingangsruhestromes läßt sich nach *Bild 5* durch Einbau eines Kompensationswiderstandes R' mindern bzw. zu Null machen. Bei sehr langen Integrationszeiten arbeitet man mit Chopper-Stabilisierung, bei mittleren mit FETs und bei kurzen Integrationszeiten (z. B. bei der Signalerzeugung) können bipolare Transistoren benützt werden.

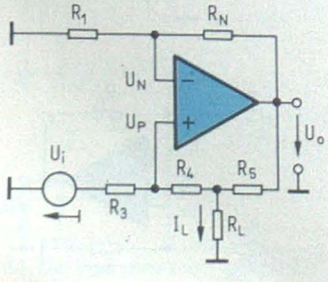
Üblicherweise hat eine Integrator-Schaltung (*Bild 6*) drei Arbeitsstellungen. Ist Schalter S 1 offen und Schalter S 2 geschlossen, spricht man von „Reset-Betrieb" oder Einstellen der Anfangsbedingung. Durch u_2 lädt man den Kondensator auf eine definierte Spannung auf. Dann ist

$$u_o = -\frac{R_N}{R_2} \cdot u_2$$

Ist S 1 geschlossen und S 2 offen, beginnt die Schaltung zu integrieren (Integrator-Betrieb). Sind beide Schalter geöffnet, wird das Integrieren unterbrochen und die Ausgangsspannung auf dem letzten Wert des Integrationsvorgangs festgehalten. Änderungen der Eingangsspannung bleiben dann ohne Einfluß (Halte-Schaltung). Man muß nur die Entladung des Kondensators durch den Eingangsruhestrom beachten.

1.5 Differentiator

Im Prinzip ist der Differentiator eine Umkehrung des Integrators. Das bedeutet, daß die beiden Schaltelemente R und



◀ Bild 3. Spannungs-Strom-Wandler; für U_i wird üblicherweise ein Transistor mit hohem Emitterwiderstand verwendet [8]

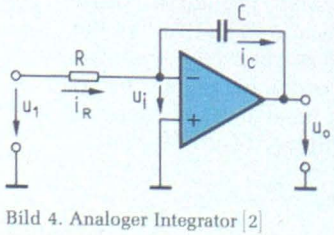


Bild 4. Analoger Integrator [2]

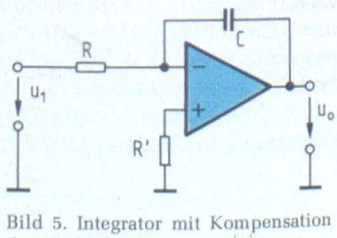


Bild 5. Integrator mit Kompensation der Eingangsruhestromes [1]

C miteinander vertauscht werden müssen (*Bild 7*). Für diese Schaltung gilt:

$$i_C = C_1 \cdot \frac{du_1}{dt}, \; i_R = \frac{-u_o}{R_N} \tag{9}$$

$$-u_o = C_1 \cdot R_N \cdot \frac{du_1}{dt} \tag{10}$$

Diese Schaltung hat jedoch gravierende Nachteile, denn ihre Verstärkung steigt mit wachsender Frequenz. Am besten erkennt man das, wenn man den Widerstand der Eingangsspannungsquelle angenähert Null setzt; dann sinkt die Rückkopplung mit steigender Frequenz und man nähert sich der Betriebsweise des offenen Verstärkers. Rechnerisch erkennt man das, wenn man $u_1 = \hat{U}_1 \cdot \sin \omega t$ setzt, denn dann ist $du_1/dt = \omega \cdot \hat{U}_1 \cdot \cos \omega t$ und $u_o = -\omega \cdot C_1 \cdot R_N \cdot \hat{U}_1 \cdot \cos \omega t$. Mit Verdoppelung von ω (also Anstieg um eine Oktave) steigt u_o um 6 dB an. Der Anstieg ist dann beendet, wenn die Differentiator-Kurve an den Verlauf für die offene Verstärkung anstößt (*Bild 8*).

Daraus folgt, daß die hochfrequenten Rauschkomponenten voll verstärkt werden und das Signal-Rausch-Verhältnis sich verschlechtert. Außerdem erhält bei hohen Frequenzen die Spannung am invertierenden Eingang eine Phasenverschiebung bis zu –90°, so daß die Schaltung nur eine geringe Stabilitätsreserve hat (FtA Vs 55, Abschnitt 2.5).

Die in *Bild 9* gezeigte, erweiterte Schaltung ermöglicht ein stabiles Arbeiten und reduziert das hochfrequente Rauschen. Es ist zusätzlich ein Widerstand R 1 eingeführt – er verhindert für $\omega > \omega_1 = 1/(R_1 \cdot C_1)$ ein weiteres Ansteigen der Verstärkung – und ein Kondensator C_N. Letzterer verwandelt die Schaltung bei hohen Frequenzen zusammen mit R 1 in einen Integrator, d. h. die Verstärkung fällt oberhalb $\omega = 1/(R_N \cdot C_N)$ mit 6 dB/Oktave ab, und das Rauschen wird abgeschwächt. Man kann $1/(R_N \cdot C_N) = 1/(R_1 \cdot C_1)$ machen, dann fallen in *Bild 10* die beiden Punkte S und F zusammen.

1.6 Referenzspannungsquellen, Konstantspannungsquellen

Bild 11 zeigt eine Spannungsquelle mit invertierendem, *Bild 12* mit nichtinvertierendem Operationsverstärker. Es gelten folgende Beziehungen:

$$\text{Bild 11: } U_o = -\frac{R_N}{R_1} \cdot U_{ref}$$

$$\text{Bild 12: } U_o = \frac{R_3 + R_4}{R_4} \cdot U_{ref}$$

Mit einstellbarem R_N bzw. R 3 läßt sich die Ausgangsspannung variabel machen. Wie erforderlich, ist in beiden Fällen der Ausgangswiderstand des Verstärkers niederohmig. Die Belastung der Referenzspannung ist nach Bild 11 durch U_{ref}/R_1 gegeben, im Fall von Bild 12 ist sie praktisch Null.

Die gleichen Schaltungen lassen sich auch zur Spannungsmessung benützen; in diesem Fall ist U_{ref} die unbekannte Spannung U_x. Auch hier ist es wieder von Vorteil, daß der Meßkreis wenig (Bild 11) oder gar nicht (Bild 12) belastet ist.

1.7 Regler (PD-, PI-, PID-Regler)

Die Ausgansform bilden:

- der P-Pegler (Proportionalregler), das Verhältnis u_o/u_1 ist frequenzunabhängig und konstant (*Bild 13*);
- der I-Regler (Integralregler), die Spannung u_o ist durch das zeitliche Integral von u_1 gegeben (*Bild 14*);
- der D-Regler (Differentialregler), die Spannung u_o ist das zeitliche Differential von u_1 (*Bild 15*). Der D-Regler wird hier nur um des Prinzips willen erwähnt, da er wegen der Gleichstromtrennung im Regelkreis ohne Bedeutung ist[1]).

1.7.1 PI-Regler

Kombiniert man den P- und I-Regler, so entsteht der PI-Regler (*Bild 16*). Die Ausgangsspannung setzt sich aus zwei

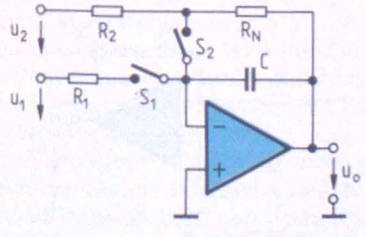
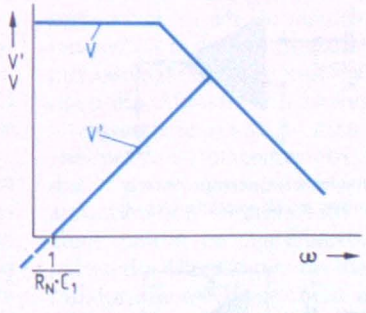


Bild 6. Integrator mit drei Arbeitsstellungen [2]. Reset, Zurücksetzen: S 1 offen, S 2 geschlossen; Integrator-Betrieb: S 1 geschlossen, S 2 offen; Halte-Betrieb: S 1 und S 2 offen



◄ Bild 8. Bode-Diagramm für einen Differenzierer, der mit einem Operationsverstärker arbeitet, beide Achsen logarithmisch geteilt [2]. V = Leerlaufverstärkung des Operationsverstärkers, V' = Gesamtverstärkung (im gegengekoppelten Zustand)

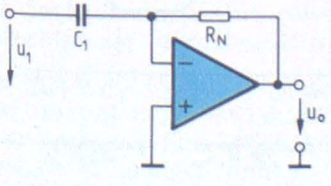


Bild 7. Differenzierer, Differentiator [2, 8], $u_o = -j\omega \cdot R_N \cdot C_1 \cdot u_1$

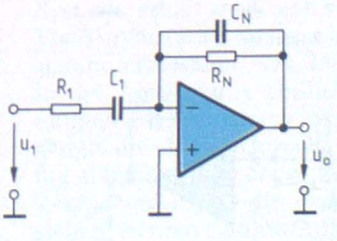


Bild 9. Differenzierer, bei dem durch Einfügen von R_1 und C_N Rauschverhalten und Stabilität verbessert sind [2]

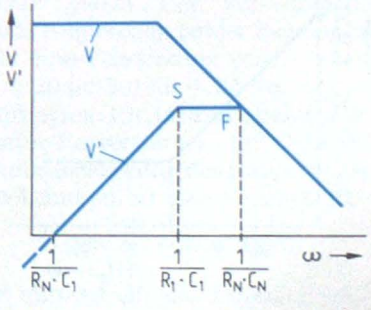


Bild 10. Bode-Diagramm für den verbesserten Differenzierer (nach Bild 9), beide Achsen logarithmisch geteilt [2]

Anteilen zusammen, einem proportionalen und einem integralen. Es ist:

$$-u_o = \frac{R_N}{R_1} \cdot u_1 + \frac{1}{R_1 \cdot C_N} \cdot \int u_1 \cdot dt \qquad (11)$$

Zur Untersuchung des Frequenzverhaltens setzt man für $u_1 = \hat{U}_1 \cdot \cos \omega t$ und erhält

$$-u_o = \frac{R_N}{R_1} \cdot \hat{U}_1 \cdot \cos \omega t + \frac{\hat{U}_1}{\omega R_1 \cdot C_N} \cdot \sin \omega t$$

und weiter

$$V' = \frac{R_N}{R_1} \sqrt{1 + \frac{1}{\omega^2 \cdot R_N^2 \cdot C_N^2}} \qquad (12)$$

mit $R_N \cdot C_N = T_N$.

Im Fall $\omega \ll 1/(R_N \cdot C_N)$, also $\omega \cdot R_N \cdot C_N \ll 1$, überwiegt der zweite Summand unter der Wurzel. In diesem Bereich ist

$$V' = \frac{1}{\omega \cdot R_1 \cdot C_N}$$

[1]) Nach den Definitionen für den Regelkreis, der aus Vergleicher, Regler und Regelstrecke besteht, ist der „Regler" dasjenige Glied, das aus der Differenz von Führungsgröße w und Regelgröße x die Stellgröße y erzeugt. Es handelt sich dabei um einen Verstärker mit einer vorgegebenen Übertragungscharakteristik. Aufgabe des Regelkreises ist es, zu erreichen, daß die Regelgröße x (von einer vorgegebenen Toleranz abgesehen) gleich der Führungsgröße wird.

Für höhere ω-Werte ist V' durch R_N/R_1 gegeben (*Bild 17*) (FtA Vs 55, Bild 17).

1.7.2 PD-Regler

In diesem Fall besteht das Ausgangssignal aus einem der Eingangsspannung u_1 und einem zweiten der Änderungsgeschwindigkeit du_1/dt proportionalen Anteil. Die Gleichung für u_o lautet (*Bild 18*):

$$-u_o = \frac{R_N}{R_1} \cdot u_1 + R_N \cdot C_1 \cdot \frac{du_1}{dt}$$

Zu $\frac{R_N}{R_1} \cdot u_1$ addiert sich also im Spannungsanstieg ein Spannungsbetrag, umgekehrt wird bei Spannungsabfall ein Spannungsbetrag abgezogen.

1.7.3 PID-Regler

Die Schaltung für einen PID-Regler zeigt *Bild 19*. Aus der Tatsache, daß es sich um eine Kombination aus einem PI- und einem PD-Regler handelt, folgt, daß sich die Amplituden-Frequenz-Kurve aus drei Abschnitten zusammensetzt. Bei den tiefen Frequenzen entspricht der Kurvenverlauf dem eines I-Reglers, bei den hohen dem eines D-Reglers und bei den mittleren dem eines P-Reglers (*Bild 20*).

Im allgemeinen verwendet man den PID-Regler in etwas abgeänderter Form. Der Anstieg nach den Höhen zu wird abgeschwächt, damit das Rauschen nicht zu sehr betont wird; ebenso wird, um Instabilitäten zu vermeiden, der Anstieg nach den tiefen Frequenzen zu begrenzt.

(Fortsetzung folgt)

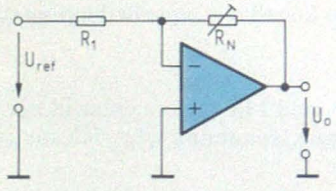
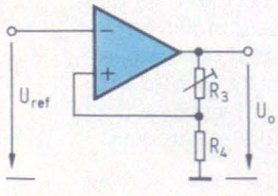


Bild 11. Einstellbare Konstantspannungsquelle [5]

Bild 12. ▶ Konstantspannungsquelle mit nicht belasteter Referenzspannung [5]



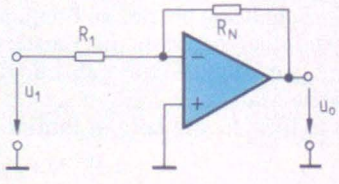


Bild 13. Regler mit Operationsverstärker, Grundtyp a: Proportionalregler [3]

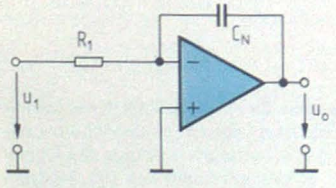


Bild 14. Regler mit Operationsverstärker, Grundtyp b: Integralregler [3]

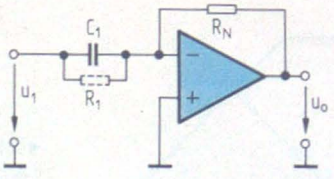


Bild 15. Regler mit Operationsverstärker, Grundtyp c: Differentialregler [3]

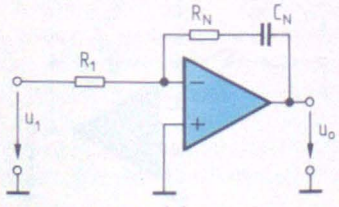


Bild 16. PI-Regler [8]

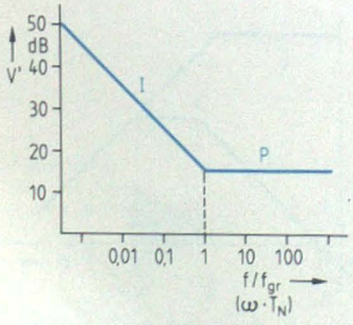


Bild 17. PI-Regler; Verstärkungsverlauf über der Frequenz [1]

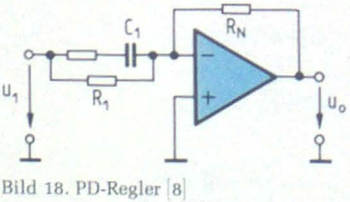


Bild 18. PD-Regler [8]

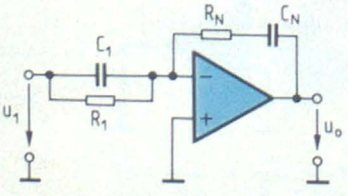


Bild 19. PID-Regler [1]

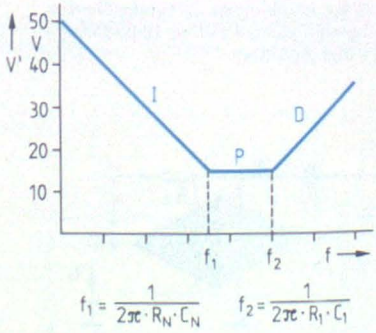


Bild 20. PID-Regler; Verstärkungsverlauf über der Frequenz (Frequenzachse logarithmisch geteilt) [1]

Manfred Horst

Dimensionierung eines Schallplatten-Entzerrers

1. Teil

Bei der im folgenden beschriebenen Berechnung eines Vor-Vorverstärkers für dynamische Abtastsysteme sowie eines Schneidkennlinien-Entzerrers, an den auch Magnetsysteme angeschlossen werden können, handelt es sich nicht um eine komplette Bauanleitung, sondern um die Darstellung wesentlicher Aspekte, die bei Planung und Aufbau zu berücksichtigen sind. Dabei kann ein programmgesteuerter Rechner – wenn vorhanden – zum raschen Vergleich der Soll- und Istwerte beitragen; aber auch ohne Rechner lassen sich geeignete Dimensionierungen erstellen.

Mit dem Erscheinen extrem rauscharmer ICs wird es möglich, die bisher kritischen Eingangsstufen von hochwertigen Verstärkern mit diesen (anstelle von diskreten Transistoren) zu bestücken. Als weitere günstige Eigenschaft kommt z. B. beim Typ TDA 1034 die hohe Anstiegsgeschwindigkeit der Spannung (Slew-rate) von 13 V/µs hinzu. Etwas nachteilig ist allerdings immer noch der höhere Preis für die selektierte N-Ausführung.

Mechano-elektrische Wandler

Nach dem Induktionsgesetz arbeitende Schallplatten-Abtastsysteme erfreuen sich zunehmender Beliebtheit, weil sie die derzeit besten Übertragungseigenschaften besitzen. Prinzipiell übersetzen diese Wandler die Relativbewegung von Spule und Magnet beim mechanischen Abtasten der Platte in eine Wechselspannung.

Bei bewegtem Magnet spricht man meist von einem „Magnetsystem", das man im angelsächsischen Sprachraum mit MM (Moving Magnet) abkürzt. Bei bewegter Spule kennzeichnet man den Abtaster oft als „dynamisches System" oder mit MC (Moving Coil). Daneben gibt es noch Abwandlungen des Prinzips, bei denen sowohl die Spule(n) als auch der Magnet starr befestigt sind, aber der magnetische Fluß im Innern der Spule(n) durch eine bewegliche „Abschirmung" verändert wird.

Je besser die Qualitätseigenschaften sind, desto geringer ist i.a. die induzierte Spannung. Eine kleine Spule aus wenigen Windungen dünnen Drahts und ein winziger Magnet besitzen zwar eine geringe bewegte Masse, erfordern aber zum Ausgleich eine größere Verstärkung. Hochwertige MC-Systeme zeigen durchweg die besseren Eigenschaften, benötigen jedoch eine Vorverstärkung, um den Pegel der Magnetsysteme zu erreichen. In beiden Fällen ist eine Entzerrung nötig, denn nach dem Induktionsgesetz ist die induzierte Spannung zwar der zeitlichen Änderung des magnetischen Flusses proportional, aber bei der Aufzeichnung der Platte erfolgte eine lineare Verzerrung, um die Übertragungseigenschaften zu verbessern.

Pegelanhebung

Wegen der Schwierigkeit, rausch- und brummarme Verstärker für extrem niedrige Spannungen herzustellen, benutzte man in der Heimstudio-Technik lange Zeit fast ausschließlich Systeme mit bewegtem Magneten. Wurde dennoch ein Abtaster mit bewegter Spule eingesetzt, so schaltete man einen gut gekapselten Übertrager ein, um neben der Spannungstransformation einen annehmbaren Störabstand zu erreichen. Leider ist das Übertragungsverhalten des Übertragers für die meist impulsförmigen Klänge nicht so günstig, daß die Vorteile des MC-Abtasters unbeeinflußt bleiben.

Von den Herstellern dynamischer Systeme erhält man seit kurzem sog. Vor-Vorverstärker mit sehr hohem Störspannungsabstand. Das Rauschen und in der Auswirkung ähnliche Erscheinungen sind statistisch erfaßbare Vorgänge, die eigentlich recht unregelmäßig ablaufen. Verwendet man mehrere Verstärkerzweige, die parallel angesteuert werden und im Ausgang einen gemeinsamen Knotenpunkt bilden, so heben sich die statistisch verteilten Störspannungen wegen ihrer unterschiedlichen Phasenlage teilweise auf. Je mehr Stufen parallel liegen, um so größer wird der Störspannungsabstand. Sinnvoll wird dieses Vorgehen aber erst, wenn man in diesen Stufen nur solche Bauteile einsetzt, die von sich aus bereits geringes Rauschen aufweisen. Allgemein ist die Erhöhung des Störspannungsabstandes proportional der Quadratwurzel aus der Anzahl paralleler Stufen.

Mit dem Aufkommen extrem rauscharmer integrierter Schaltungen mit hoher Slew-rate bietet sich die Möglichkeit, auch für höchste Ansprüche die kritischen Vor-Vorverstärker für MC-Abtaster ebenso wie die Entzerrer in IC-Technik aufzubauen.

Rauschen

Die Empfindlichkeit des dynamischen Ortofon-Systems MC 30 beträgt etwa 0,016 mV · s/cm. Nach DIN entspricht dem Bezugspegel 0 dB bei 1 kHz eine Schnelle von 8 cm/s (Vollaussteuerung). Am Eingang des Verstärkers erhält man damit 0,128 mV. Das Shure-Magnetsystem V15 Typ IV liefert mit einer Empfindlichkeit von 0,8 mV s/cm einen Wert von 6,4 mV. Es ist also 50mal so empfindlich wie das dynamische System. Der Vor-Vorverstärker zum Angleichen beider Pegel muß daher eine Verstärkung von

$$20\ (\lg 50)\ \text{dB} \approx 34\ \text{dB}$$

aufweisen. Um im anschließenden Entzerrer-Vorverstärker auf 0,25 V zur Vollaussteuerung der Hauptverstärkers zu kommen, ist eine Verstärkung von

$$20\ (\lg \frac{250}{6{,}4})\ \text{dB} \approx 32\ \text{dB}$$

im mittleren Frequenzbereich erforderlich.

Unter Ausnutzung aller Möglichkeiten kann man heute mit Direktschnittplatten einen Störspannungsabstand

von 75 dB erreichen. Bei der Verwendung des MC 30 errechnet sich unter Berücksichtigung des Bezugspegels die Störspannung U_{st} bei 1000 Hz am Eingang des Vorverstärkers wegen

$$20\,(\lg \frac{0{,}128\ \text{mV}}{U_{st}})\ \text{dB} = 75\ \text{dB}$$

zu rund 23 nV. Hierbei ist das Widerstandsrauschen des Spulendrahts und der Zuleitungen nicht berücksichtigt.

Wenn das auf den Eingang bezogene Rauschen des Verstärkers deutlich unter dem Plattenrauschen bleibt, kann man das Verstärkerrauschen vernachlässigen. Für den Effektivwert U_r der Rauschspannung gilt

$$U_r = \sqrt{4\,k\,T \cdot \Delta f \cdot F \cdot R},$$

k ist darin die Boltzmann-Konstante und T die Temperatur (gemessen in Kelvin). Δf kennzeichnet das zu übertragende Frequenzband, F die Breitband-Rauschzahl des ICs und R den jetzt rauschfrei angenommenen Innenwiderstand der vorgeschalteten Quelle.

Bei Zimmertemperatur gilt $4\,k\,T = 1{,}6 \cdot 10^{-20}$ Ws. Das zu übertragende Frequenzband Δf kann man mit 20 kHz annehmen. Die Breitband-Rauschzahl F des ICs TDA 1034 beträgt laut Datenblatt 0,9 dB. Der Innenwiderstand des MC 30 wird mit 3 Ω angegeben. Mit diesen Werten ergibt sich

$$U_r = \sqrt{1{,}6 \cdot 10^{-20}\ \text{Ws} \cdot 2 \cdot 10^4\ \text{Hz} \cdot 0{,}9 \cdot 3\,\Omega} = \sqrt{8{,}64 \cdot 10^{-8}}\ \text{V} \approx 29{,}4\ \text{nV}.$$

Die Rauschspannung liegt demnach in der gleichen Größenordnung wie die Störspannung der Quelle. Wegen der induktiven Komponente des Spulenwiderstands steigt der Scheinwiderstand mit der Frequenz.

Sieht man im Eingangskreis noch einen RC-Tiefpaß gegen hochfrequente Einstrahlungen vor, so werden die Verhältnisse noch ungünstiger. Man sollte deshalb versuchen, mit einem Kondensator vom Eingang des ICs gegen Masse auszukommen. Andererseits schneidet man heute vielfach die Schallplatten mit einigen dB über dem Normpegel, so daß sich die Verhältnisse wieder bessern.

Zum Reduzieren der Störspannung sollen, wie bereits angedeutet, mehrere ICs parallel geschaltet werden. *Tabelle 1* stellt den von einem Digitalrechner ermittelten Zusammenhang zwischen der Anzahl n der eingesetzten ICs und der dadurch erreichten reduzierten Störspannung $U_r/\sqrt{n}$ dar. Ferner ist die Reduzierung des Rauschens in dB angegeben, also

$$20\,(\lg \frac{U_r}{U_r/\sqrt{n}})\ \text{dB} = 20\,(\lg \sqrt{n})\ \text{dB}$$

Hieraus ergibt sich folgender Zusammenhang: Jede Halbierung der Rauschspannung (Reduzierung um 3 dB) muß mit einer Verdopplung der Anzahl der verwendeten ICs bezahlt werden. Mit vier bis acht parallelen TDA 1034 (Ausführung N) erfüllt man die anfangs gesetzten Bedingungen. Hierüber hinauszugehen, erscheint vom „finanziellen Wirkungsgrad" her wenig sinnvoll.

Tabelle 1. Abhängigkeit der Störspannung von der Anzahl der parallel geschalteten ICs

Anzahl n der ICs	Störspannung nV	Reduzierung dB
1	29,4	0,0
2	20,8	3,0
3	17,0	4,8
4	14,7	6,0
5	13,1	7,0
6	12,0	7,8
7	11,1	8,5
8	10,4	9,0
9	9,8	9,5
10	9,3	10,0
11	8,9	10,4
12	8,5	10,8
13	8,2	11,1
14	7,9	11,5
15	7,6	11,8
16	7,3	12

Schaltungsvorschlag

Bild 1 zeigt einen Vorschlag für einen Vor-Vorverstärker. Die Verstärkung (R1 + R2)/R2 soll etwa 50 betragen. Setzt man R1 = 10 kΩ und R2 = 200 Ω, so ist die Bedingung wegen 10200/200 = 51 erfüllt. Der Kondensator C senkt den Subbaßbereich ab; hierauf wird später noch eingegangen. Man sollte einen hochwertigen Typ wählen – das gilt erst recht für den Koppelkondensator im Eingang. Rauscharme Metallfilmwiderstände sind in jedem Fall erforderlich.

Der Ausgangswiderstand jeder Stufe liegt unter 1 Ω, daher können die Entkopplungswiderstände mit z. B. 470 Ω recht niederohmig sein. Die Rauschspannung der Quelle ist in der ersten Stufe auf 1,2 µV verstärkt worden. Betrachtet man einen Widerstand von 470 Ω als Quellenwiderstand für die zweite Stufe, so errechnet sich die Summe aus Widerstands- und Verstärkerrauschen der zweiten Stufe – bezogen auf den Eingang – zu knapp 0,8 µV. Durch die Parallelschaltung reduziert sich auch hier die Störspannung wegen der geometrischen Addition auf einen – gegenüber 1,2 µV – zu vernachlässigenden Wert.

Schneidkennlinien-Entzerrung

Der Entzerrer, dessen Prinzip *Bild 2* zeigt, ist so ausgelegt, daß man ihn mit geringer Änderung auch ohne Vor-Vorverstärker mit Magnetsystemen ansteuern kann. Das Signal gelangt auf den nichtinvertierenden Eingang der integrierten Schaltung TDA 1034. Beide Eingänge sind mit Dioden gegen Masse versehen, um das IC gegen zu hohe Eingangsspannungen zu schützen. Bei Eingangsspannungen über 0,6 V fließen recht hohe Ströme. R_0 dient als Schutzwiderstand zur Strombegrenzung. Diese Funktion übernehmen die Entkopplungswiderstände. Mit C_0 bildet R_0 einen Tiefpaß gegen hochfrequente Störungen. Man sollte daher die Widerstände und den Kondensator unmittelbar beim nichtinvertierenden Eingang anlöten. Für den Kondensator wählt man Werte von etwa 47 bis 100 pF.

Über den frequenzabhängigen Spannungsteiler mit R 1, R 2, R 3, R 4, C 1

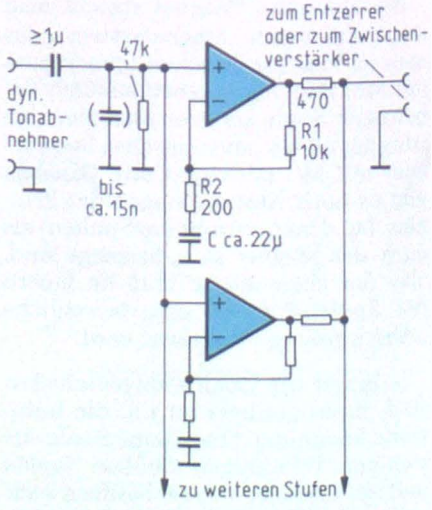


Bild 1. Extrem rauscharmer Vor-Vorverstärker mit mehreren TDA 1034 (N-Ausführung) für MC-Systeme

Studiendirektor Manfred Horst (43) studierte Physik und Mathematik an der Universität Münster/Westf. Zur Zeit unterrichtet er an einem Dortmunder Gymnasium. Er ist Funkamateur (Rufzeichen DF 1 DF) und auch verantwortlich für die Schul-Amateurfunkstation DL 0 PV.

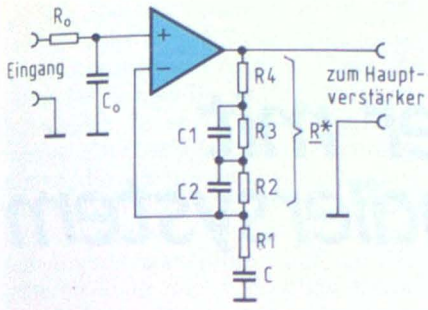


Bild 2. Schneidkennlinien-Entzerrer mit frequenzabhängigem Gegenkopplungsnetzwerk

und C 2 wird ein Teil des Ausgangssignals auf den invertierenden Eingang zurückgeführt. Die Kapazität des Kondensators C sei zunächst so groß, daß der „Widerstand" zu vernachlässigen ist. Zur Kennlinienentzerrung ist R 4 nicht erforderlich, aber für sehr hohe Frequenzen wirkt die Serienschaltung von C 1 und C 2 wie ein Kurzschluß. Ohne den Widerstand R 4 sinkt in diesem Frequenzbereich die Verstärkung auf 1 ab. Der Hersteller schreibt vor, daß das IC erst ab dreifacher Verstärkung ohne externe Kompensation betrieben werden darf. Diese Bedingung läßt sich für die höchsten Frequenzen dadurch erfüllen, daß man $R4 \geqq 2\,R1$ ansetzt. Die an sich mögliche externe Frequenzkompensation stellt hier keine Alternativlösung dar, denn sie verringert die Änderungsgeschwindigkeit der Ausgangsspannung (Slew-rate) von 13 V/µs auf rund 6 V/µs – verschlechtert also die Übertragungseigenschaften.

Die Schneidkennlinie stellt bekanntlich eine genormte Verzerrung der Schallaufzeichnung dar, damit bei tiefen Frequenzen keine übermäßigen Auslenkungen entstehen, während die Höhen im Rauschen untergehen. Mit Hilfe von RC-Gliedern sieht die (amerikanische) RIAA-Norm eine Tiefenanhebung mit der Zeitkonstante $\tau_1 = 3180$ µs, eine Tiefenabsenkung mit $\tau_2 = 318$ µs und eine Höhenanhebung mit $\tau_3 = 75$ µs vor. Die (europäische) CCIR-Norm unterscheidet sich hiervon lediglich durch $\tau_3 = 50$ µs. Die Steilheit der Anhebung oder Absenkung beträgt 6 dB/Okt.

Einfacher wird die Übersicht, wenn man die zugehörigen Übergangsfrequenzen nach der Formel $f_i = 1/(2\pi\tau_i)$ berechnet. Man erhält 50 Hz, 500 Hz und 2120 Hz (RIAA) oder 3180 Hz (CCIR). Unterhalb 500 Hz erfolgt also eine Absenkung, die ab 50 Hz gegen tieffrequente Störungen (Brumm, Rumpeln) durch eine Anhebung aufgehoben wird. Ab 2120 Hz (bzw. 3180 Hz) hebt man den Pegel an, um den Rauschabstand zu vergrößern. Für die Computerrechnung ist die Schneidkennlinie nach folgender Formel zu programmieren:

$$A(f) = 10\{\lg[1 + (2\pi f\tau_1)^{-2}] - \lg[1 + (2\pi f\tau_2)^{-2}] + \lg[1 + (2\pi f\tau_3)^2]\}\,\text{dB}$$

Gegenkopplungs-Netzwerk

Das Gegenkopplungs-Netzwerk ist so zu dimensionieren, daß der Entzerrer das entgegengesetzte Verhalten aufweist. Mit der Abkürzung R* für den (komplexen) Widerstandsoperator der Schaltung mit R 2, R 3, R 4, C 1 und C 2 und unter der Voraussetzung ausreichend hoher Leerlaufverstärkung des ICs darf man ansetzen

$$\frac{U_a}{U_e} = \frac{R_1 + R^*}{R_1} = 1 + \frac{R^*}{R_1}$$

mit

$$R^* = R_4 + \frac{R_3}{1 + (\omega R_3 C_1)^2} + \frac{R_2}{1 + (\omega R_2 C_2)^2} - j\left[\frac{\omega R_3^2 C_1}{1 + (\omega R_3 C_1)^2} + \frac{\omega R_2^2 C_2}{1 + (\omega R_2 C_2)^2}\right]$$

Kürzt man den Realteil mit a und den Imaginärteil mit b ab, so gilt

$$1 + \frac{R^*}{R_1} = 1 + \frac{a}{R_1} - j\,\frac{b}{R_1}$$

Schreibt man jetzt für den Realteil c und den Imaginärteil d, so folgt

$$\frac{U_a}{U_e} = \sqrt{c^2 + d^2}$$

Das Übertragungsverhalten wird dann beschrieben durch

$$B(f) = 20\,(\lg\frac{U_a}{U_e})\,\text{dB} = 20\,(\lg\sqrt{c^2 + d^2})\,\text{dB}$$

Normiert man neben A(f) auch B(f) so, daß sich für 1000 Hz stets 0 dB ergibt (d. h. Subtraktion des Funktionswertes bei 1000 Hz von allen Funktionswerten), so kann man Soll- und Istwert unmittelbar miteinander vergleichen. Wegen des gegenläufigen Verhaltens von Schneidkennlinie und Entzerrerkennlinie und des dadurch bestimmten entgegengesetzten Vorzeichens muß die Summe der normierten Werte A(f) und B(f) bei völlig korrekter Dimensionierung des Netzwerks für jede Frequenz den Wert 0 dB ergeben. Hierzu ist notwendig, daß man die Steilheit von 6 dB/Oktave bei der Entzerrung erreicht; das erfordert aber eine unendlich hohe Grunddämpfung durch die Gegenkopplung. Man wird sich deshalb mit Abweichungen bis zu einigen Zehntel-dB an den Grenzen des Übertragungsbereichs zufriedengeben müssen.

Zur Kontrolle der Abweichung wurden die in der nachfolgenden Rechnung ermittelten Werte für das Netzwerk einem programmgesteuerten Rechner eingegeben. lg x bezeichnet den dekadischen (oder Briggschen) Logarithmus, d. h. die Basis ist 10.
Viele Rechner kennen nur den natürlichen Logarithmus, bei dem die sog. Eulersche Zahl e (irrationale Zahl, Näherungswert 2,71) die Basis bildet. Diese Logarithmusfunktion wird meist mit LOG( ) aufgerufen, die mathematische Schreibweise ist lux. Wegen $\lg x = \frac{\text{lux}}{\text{lu}\,10}$ muß man dann lg x mit LOG(X)/LOG(10) programmieren, wenn der Speicher mit der Bezeichnung X den Wert x enthält.

(Schluß folgt)

PCM-Kassettendeck mit „Elcaset"

Die Vorstellung eines Kassettendecks von Sanyo, das Nf-Signale als PCM auf die vor einiger Zeit von Sony entwikkelte Elcaset-Kassette aufzeichnet, hat großes Aufsehen erregt. Das Elcaset-System wurde seinerzeit von Sony als Alternative zum Philips-CC-System entwickelt und arbeitet mit herausführbarem Viertelzoll-Band, konnte sich aber zunächst nicht durchsetzen.

Die Bandgeschwindigkeit beträgt 9,53 cm/s; mit einem Kopf werden insgesamt zehn Spuren beschrieben. Sanyo nennt einen erzielbaren Frequenzbereich von 20...20 000 Hz, einen Klirrfaktor von 0,05 % und eine Dynamik von 96 dB. Ein von Sanyo vorgestellter Prototyp gestattet sogar das bei PCM-Aufzeichnung äußerst schwierig zu realisierende Schneiden. Der Preis eines Seriengerätes soll denjenigen von Videorecordern mit PCM-Adaptern – hier ist Sony führend – weit unterbieten; kein Wunder, denn der technische Aufwand ist bei Sanyo's Elcaset-PCM auch wesentlich geringer. Die Chancen, daß sich andere Firmen dieser Entwicklung anschließen, sind noch nicht abzuschätzen: Sony wollte sich nicht weiter dazu äußern, und Matsushita reagierte eher zurückhaltend. Fe.

Wilhelm Roth

Hi-Fi-Lautsprecher mit neuartigem Wandlersystem

Die Akustik gilt heute ebenso wie die Mechanik als abgeschlossenes Teilgebiet der Physik. Das soll bedeuten, daß auf diesen Gebieten keine grundlegend neuen Erkenntnisse mehr zu erwarten sind. Alle Entwicklungen und technischen Fortschritte sind hier deshalb im wesentlichen Abwandlungen, Weiterentwicklungen oder neuartige Kombinationen an und für sich bekannter Prinzipien. „Abgeschlossen" bedeutet aber keineswegs „tot". Ein Beispiel hierfür ist das nachstehend behandelte Wandlersystem für einen HiFi-Lautsprecher der Spitzenklasse.

Dynamische Lautsprechersysteme

Dynamische Lautsprecher sind die heute weitaus am häufigsten benutzten Lautsprecherarten. Sie haben den Vorteil, daß die Eigenschaften ihrer Antriebssysteme physikalisch gut überschaubar sind und der Wirkungsgrad relativ hoch ist. Unter Vernachlässigung bestimmter Größen 2. Ordnung sind beispielsweise die Dämpfungsverluste im Membranmaterial etwa proportional dem Quadrat der magnetischen Feldstärke im Luftspalt des Antriebssystems und umgekehrt proportional dem Quadrat der bewegten Gesamtmasse.

Weil die Membrane den größten Anteil an der Gesamtmasse hat, sollte ihr Material folgende Bedingungen erfüllen:

1. geringes spezifisches Gewicht,
2. hohe Fortpflanzungsgeschwindigkeit für Schallwellen,
3. große innere Dämpfung [1].

Diese Parameter bestimmen grundsätzlich die gleichphasige Bewegung der Membrane sowie die phasenmäßig unterschiedlich schwingenden Membranbereiche und die an den Verformungsstellen auftretenden unkontrollierten Ausgleichsvorgänge, die zu Klangverfärbungen führen können. Als Membranmaterial benutzt man heute neben Papier und Karton in Spezialanfertigungen auch Folien aus thermoplastischen Kunststoffen sowie Leichtmetalle. Der wahrscheinlich erste Lautsprecher mit metallischer Konusmembrane war (um 1930) der Dosenlautsprecher von Seibt. Seine Membrane aus Aluminium erhielt durch Sicken die notwendige Versteifung.

Der Raumtonwandler BM 100

Die technische Verbesserung der bekannten Lautsprecherprinzipien (dynamische, kapazitive, piezoelektrische) ist schwierig, weil sie vielfach schon nahe an der Grenze des physikalisch Möglichen liegen. Als neue Lösung hat die Berliner Firma BM-Elektronik unter Berücksichtigung der vorstehend nur angedeuteten Bedingungen, aber zusätzlich auch vieler eigener Ideen den elektroakustischen Wandler BM 100 vorgestellt. Er ist ein System, das durch die Anwendung metallischer Biegeschwinger in Form von Segmenten gekennzeichnet ist.

Prinzip

Der metallische Biegeschwinger (Biegesegement) hat einen ganz bestimmten Krümmungsverlauf (*Bild 1*). Oben ist er fest eingespannt. Am unteren Ende übt ein dynamisches Antriebssystem eine Kraft F auf den Biegeschwinger derart aus, daß sich seine Krümmung ändert (periodische Druck- und Zugbeanspruchung). Die ihn umgebenden Luftmoleküle werden dadurch zu Longitudinalschwingungen angeregt, deren Richtung und Amplitude (Schalldruck) im Bild 1 schematisch durch Richtung und Länge der Pfeile angedeutet ist. Der mechanische Antrieb erfolgt also in vertikaler Richtung und die Schallabstrahlung horizontal, so daß keine Doppler-Verzerrungen entstehen.

Biegeschwinger

Die Länge L des Biegesegments bestimmt den Frequenzbereich, in dem es Schall abstrahlen kann (kurze Biegeschwinger für hohe Frequenzen, lange für tiefe Frequenzen). Jeder Schwinger darf innerhalb seines Übertragungsbereichs keine Resonanzfrequenzen haben, das heißt, er darf nur zu erzwungenen Schwingungen angeregt werden.

Neben dem Verhältnis Segmentlänge zu Wellenlänge spielen die Materialeigenschaften eine wichtige Rolle: gerin-

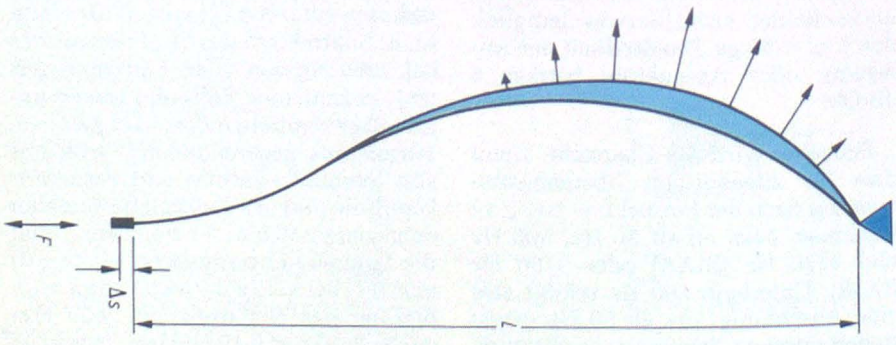


Bild 1. Prinzip des Biegeschwingers mit vertikaler mechanischer Erregung und horizontaler Schallabstrahlung

ges spezifisches Gewicht, Elastizitätsmodul, hohe innere Reibung usw. Außerdem bestimmen Anzahl, Tiefe und Form der Sicken die Konturenform der Schwinger. Es ist in diesem Falle gelungen, eine Leichtmetall-Legierung zu finden, die alle hier maßgebenden Forderungen erfüllt. Weil der Schwinger keine Longitudinal- und Transversalschwingungen ausführen darf, muß das Material hohe innere Reibung haben. Zur Bedämpfung etwaiger Resonanzüberhöhungen und Partialschwingungen sind die Biegesegmente auf der

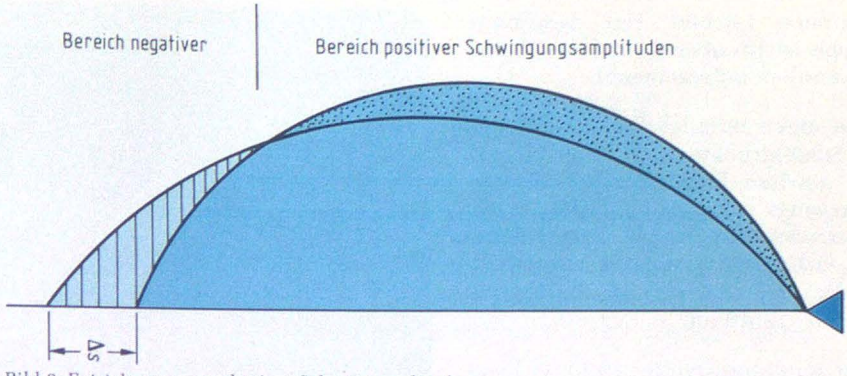


Bild 2. Entstehung gegenphasiger Schwingamplituden

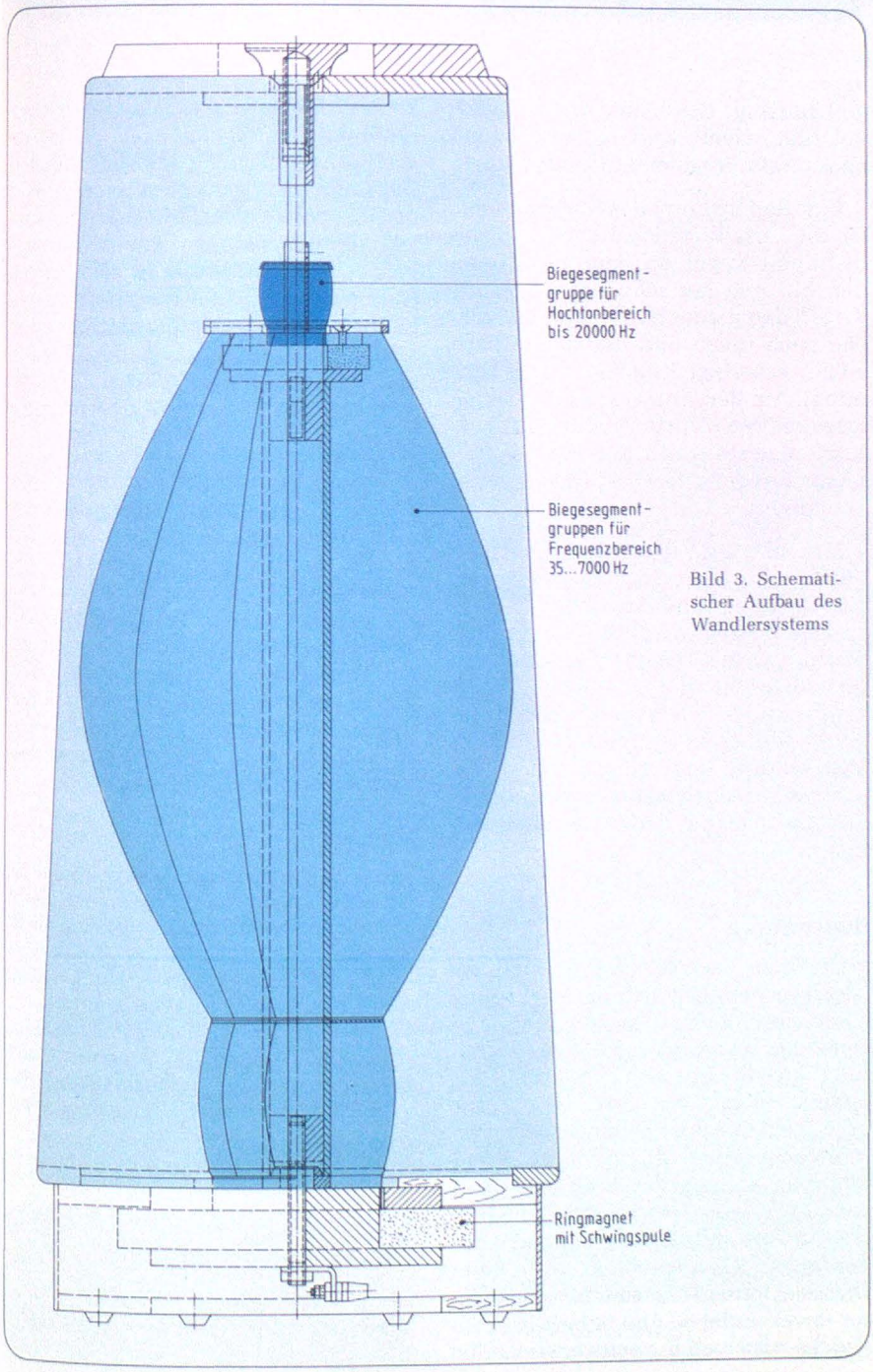


Bild 3. Schematischer Aufbau des Wandlersystems

konvexen Seite zusätzlich mit einem Material beschichtet, dessen Dichte von außen nach innen zunimmt.

Die Krümmung des Biegeschwingers ist so gewählt, daß die antreibende Kraft F in einem Schwingungsknotenpunkt angreift. Bei nicht optimalen Krümmungsradien (*Bild 2*) bilden sich an einem Teil des Schwingers entgegengesetzt gerichtete (negative) Amplituden aus, wenn sich das freie Ende des Schwingers um den Weg Δs bewegt. Sie können zu einer teilweisen Auslöschung des Schalls (akustischer Kurzschluß) führen und müssen deshalb unwirksam gemacht werden.

Üblicherweise baut man dazu das Lautsprechersystem in eine (theoretisch unendlich große) Schallwand ein oder in eine innen mit Absorptionsmaterial ausgelegte geschlossene Box. Bei dem neuen System werden die entgegengesetzt gerichteten Schallanteile im Inneren des aus den Biegesegmenten gebildeten Hohlraumes absorbiert. Dasselbe gilt auch für die im Bild 2 schematisch dargestellten gegenphasigen Schwingamplituden.

Aufbau

Der BM 100 enthält insgesamt 44 Biegesegmente aus veredeltem Leichtmetall. Sie sind in drei Ebenen symmetrisch im Vollkreis um eine Achse angeordnet. Im unteren Teil (*Bild 3*) befinden sich zwei frequenzmäßig aufeinander abgestimmte Schwingergruppen für den Frequenzbereich von etwa 35 bis 7000 Hz. Sie werden durch den Hauptantrieb (dynamisches System mit Ringspaltmagnet und Schwingspule von 100 mm Durchmesser) angeregt. Die Schwingspule bewegt sich auch bei den größten Amplituden immer im linearen (homogenen) Teil des Magnetfeldes. Eine dritte, speziell für den Hochtonbereich bis zur

Hörgrenze (20 000 Hz) bestimmte Gruppe ist im oberen Teil des Raumtonwandlers untergebracht.

Um einen möglichst frequenzlinearen Schalldruckverlauf zu erreichen, sind gewisse Entzerrungen des Frequenzgangs erforderlich. Dafür ist ein Entzerrerverstärker (Equalizer) eingebaut. Er hebt die Frequenzen unterhalb 100 Hz und oberhalb 15 000 Hz um etwa 10...12 dB an.

Der Raumtonwandler (*Bild 4*) kann frei im Raum aufgestellt werden. Soweit gehörmäßig feststellbar, ist die Wiedergabe im ganzen Schallfeld frei von Frequenzeinbrüchen. Wegen der radialen Anordnung der schwingenden Segmente wirkt er in der horizontalen Ebene als 360°-Strahler (Rundstrahler). In der Vertikalebene ist der Abstrahlwinkel etwa 90°. Dieser Winkel hängt unter anderem von der Krümmung der Biegesegmente ab. In einem mittleren Wiedergaberaum mit etwa 30 m² Bodenfläche erhält man bei 1000 Hz und 75 W Sinus-Verstärkerleistung einen mittleren Schalldruck von etwa 120 dB.

Als besonderen Vorteil stellen die Entwickler noch heraus, daß dieser Lautsprecher keine Übergänge zu schall-inaktiven Flächen oder Gehäusen hat. Die im Grenzbereich zwischen aktiver Membrane und passivem Gehäuse sonst entstehenden und bei großen Wiedergabelautstärken auch akustisch wahrnehmbaren Luftverwirbelungen sind hier prinzipiell unmöglich.

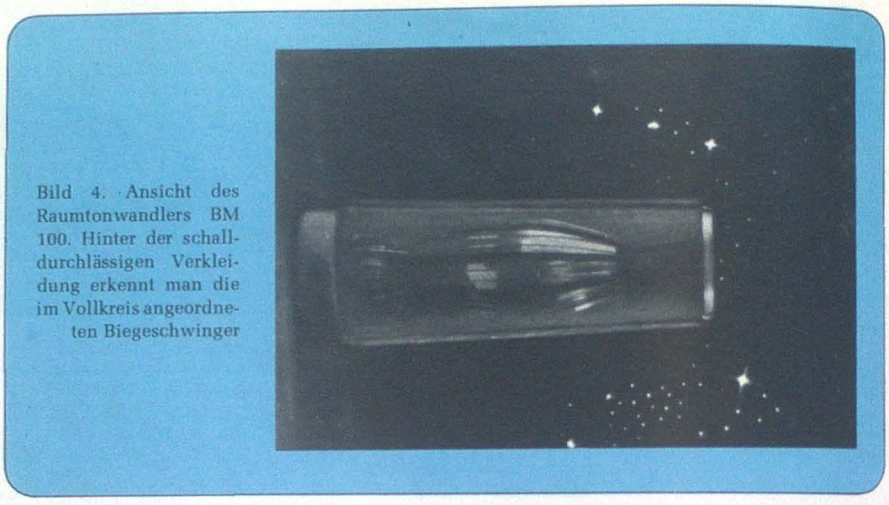


Bild 4. Ansicht des Raumtonwandlers BM 100. Hinter der schalldurchlässigen Verkleidung erkennt man die im Vollkreis angeordneten Biegeschwinger

Arbeitsweise

Die Arbeitsweise des vorstehend beschriebenen Wandlersystems ist nicht ohne weiteres verständlich. Aus naheliegenden Gründen sind die Entwickler im Augenblick noch nicht bereit, darüber im einzelnen zu berichten. Die nachstehende kurze Erklärung kann deshalb nur der Versuch sein, aus dem Aufbau des Wandlers Rückschlüsse auf das physikalische Prinzip zu ziehen.

Das schwingende System läßt sich angenähert als Kugelstrahler betrachten. Seine einfachste Form ist die „atmende Kugel", deren grundlegende Eigenschaften bereits Lord Rayleigh in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts untersucht hat [2]. Man kann sie sich als „Luftballon" vorstellen, dessen Volumen sich periodisch ändert, wobei alle Teile der Kugeloberfläche mit gleicher Amplitude und Phase schwingen. Eine solche Schallquelle verhält sich nach allen Richtungen gleichmäßig, das heißt, sie hat keine Polarität. Nach Rayleigh bezeichnet man sie als „Strahler nullter Ordnung".

Eine andere Form des Kugelstrahlers ist die „oszillierende Kugel" [3], das heißt eine Kugel, die längs einer Geraden hin und her schwingt, oder eine Kugel, deren eine Hälfte ihrer Oberfläche nach innen und die andere nach außen schwingt (Strahler erster Ordnung). Am Berührungskreis der beiden Kugelhälften (Äquator) bildet sich eine Knotenkreislinie, in der die resultierende Erregung Null ist (polarisiertes Schallfeld).

Das hier benutzte Wandlersystem dürfte angenähert ein Kugelstrahler erster Ordnung sein, der in der Knotenkreislinie erregt wird. Weil ein solcher Strahler wegen seiner Polarisation ein gerichteter Strahler ist und somit auch gegenphasige Schwingungsamplituden (s. Bild 2) erzeugt, müssen diese zur Vermeidung des akustischen Kurzschlusses in der erwähnten Art unwirksam gemacht, das heißt absorbiert werden.

Beurteilung

Die Frage nach der „Qualität" dieses Lautsprechers läßt sich im Augenblick kaum abschließend beantworten. Die Hersteller setzen die subjektive Beurteilung an die Spitze: „Vergessen Sie einfach alles, was Sie bisher über gute ‚Lautsprecher' gehört haben. Vertrauen Sie allein Ihrem Ohr!" Dieser Meinung vermag der Berichter nicht ganz zu folgen. Gewiß, der Lautsprecher soll ein subjektiv als optimal empfundenes Klangergebnis vermitteln. Dieses „Optimal" ist aber für jeden Hörer etwas anderes, und subjektive Eindrücke wird man nur schwer verkaufen können. Deshalb ist es unabdingbar, für bestimmte Parameter exakt definierte Werte anzugeben, die als Mindest-Qualitätsmerkmale garantiert werden. Was darüber hinausgeht, ist Sache der subjektiven Beurteilung. Ob eine Meistergeige von Amati besser ist als eine von Guarneri oder Stradivari, das ist und bleibt die Frage des persönlichen Geschmacks. Ähnliches gilt auch für Lautsprecher, sofern sie erst einmal eine bestimmte Qualitätsgrenze überschritten haben.

Bei der Vorführung war der Höreindruck im gesamten Wiedergaberaum gut. Wie gut, läßt sich nicht sagen, weil hierfür das Erinnerungsvermögen des menschlichen Ohres nicht ausreicht. Unbekannt ist der Einfluß der Raumakustik, unbekannt auch die Qualität der Tonaufnahme. Erst durch A-B-Vergleich mit Lautsprecherkombinationen der gleichen Preisklasse wird das Ohr in der Lage sein, das von ihm erwartete Vertrauen zu rechtfertigen.

Literatur

[1] *Williges, H.*: Übersicht über den Stand der Lautsprechertechnik (Vortrag auf der 6. Tagung der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Akustik, DAGA '78 Bochum). In: Fortschritte der Akustik, Seite 89...101. Berlin, VDE-Verlag 1978.

[2] Lord *Rayleigh*: The theory of sound. Bd. 1, London, 1894, und Bd. 2, London, 1896.

[3] *Trendelenburg, F.*: Akustik. 2. Aufl. Berlin/Göttingen/Heidelberg, Springer 1950.

Stichworte zum Inhalt

Biegeschwinger, Strahler nullter Ordnung, Biegesegmente, Kugelstrahler

Björn Schwarz

Schachcomputer mit Niveau

Kaum ein Konsumartikel hat im zurückliegenden Jahr eine derart rasante technische Entwicklung durchgemacht wie der Schachcomputer. Die Schachprogramme wurden zum Teil erheblich verbessert und auch der Bedienungskomfort ist gestiegen. Von drei besonders interessanten Schachcomputern handelt der folgende Beitrag.

Computerspiele, allen voran die Schachcomputer, waren auch im vergangenen Jahr wieder stark gefragt. Waren die Geräte der ersten Generation teilweise noch mit schwerwiegenden Mängeln behaftet und ließ auch ihre Spielstärke oftmals zu wünschen übrig, so besitzen einige Neuentwicklungen bereits ein hohes Maß an künstlicher Intelligenz.

Seit dem ersten Vergleichstest in FUNKSCHAU 1979, Heft 8, S. 467–470 sind nur etwas weniger als 10 Monate vergangen, in denen sich jedoch auf dem Gebiet der Schachcomputer einiges getan hat. Konnte der Schachfan damals nur zwischen fünf verschiedenen Geräten von vier Herstellern auswählen, so bieten ihm nunmehr 5 Hersteller eine breite Palette von 14 verschiedenen Schachcomputern an. Selbstverständlich befolgen die meisten Geräte strikt die gültigen Schachregeln und beherrschen auch Spezialzüge wie „En Passant" und „Rochade", weisen aber dennoch bezüglich Spielstärke und Preis teilweise enorme Unterschiede auf.

Aus dem reichhaltigen Angebot stellen wir nachfolgend drei bemerkenswerte Schachcomputer vor, die jeweils eine gerätetypische, erstmals realisierte Besonderheit aufweisen (*Tabelle 1*).

Chess Challenger Voice

Der Urahne dieses Gerätes, der „Chess Challenger 3", war der erste auf dem deutschen Markt angebotene Schachcomputer (FUNKSCHAU 1978, Heft 21, S. 1045). Nachfolger dieses nach heutigen Maßstäben recht primitiv anmutenden elektronischen Schachspiels waren die bedeutend besser spielenden Geräte „Chess Challenger 10" und „Chess Challenger 7".

Die Krönung dieser in hohen Stückzahlen verkauften „Challenger"-Familie stellt der seit Ende Oktober 1979 erhältliche erste sprechende Schachcomputer „Chess Challenger Voice" (CCV) dar (*Bild 1*). Das Vokabular des mit 998 DM nicht gerade billigen Gerätes ermöglicht zwar keine tiefsinnige Konversation, enthält jedoch u. a. sämtliche Figuren und Spielfelder, die Bestätigung verschiedener Befehlseingaben, eine kurze Begrüßungsrede und die Ankündigung eines Schachmatts sowie das Eingeständnis einer Niederlage mit der lapidaren Feststellung „Ich habe verloren". Wohltönend tief ist diese synthetisch erzeugte Stimme schon, wenn sie auch sehr monoton klingt und Assoziationen zur Computerstimme der Fernsehserie „Raumschiff Enterprise" hervorruft.

Bei der ersten Konfrontation mit dem „Chess Challenger Voice" ist der menschliche Spielpartner zwar tief von dessen Sprechfähigkeit beeindruckt, wird sich dann aber fragen, ob ihm dieser Spaß tatsächlich 300 DM mehr wert ist, als der für 698 DM erhältliche „Chess Challenger 10", der ähnlich aufgebaut ist und auch eine vergleichbare Spielstärke aufweist. Auf den zweiten Blick wird der elektronikbegeisterte Schachspieler dann aber doch diese Zusatzausstattung zu schätzen wissen, wenn er nämlich bei Schachpartien mit höherer Spielstärke, wie

Tabelle 1: Hauptdaten der neuesten Schachcomputer

Eigenschaft	Chess Challenger Voice	Chess Champion Super System III	Sargon ARB/ MGS-System
spielt beide Farben	ja	ja	ja
spielt gegen sich selbst	ja	ja	ja
Anzeige von Alternativzügen	nein	ja	ja
Figurenanzeige in Symboldarstellung	nein	ja	ja
Stellungskontrolle während der Partie möglich	ja	ja	ja
Rücknahme von Einzelzügen	nein	ja (bis zu 10)	ja (bis zu 6)
Anzahl der Programmstufen	10	eingebaute Uhr	7
automatische Rochade	ja	ja	ja
automatisches „En Passant"	ja	ja	ja
automatische Bauernumwandlung	ja	ja	ja
Befolgung der 3-Zug- und 50-Zug-Remis-Regel	nein	ja	nein
Erkennung einer Patt-Situation	nein	ja	nein
Batteriebetrieb möglich	nein	ja	ja (x)
integriertes Schachspiel	ja	ja (xx)	ja
Preis (Stand 31.12.79)	998.– DM	398.– DM (xxx)	2998.–/ 998.– DM

Zeichenerklärung:
x nur MGS-System xx Zusatzgerät erforderlich xxx Grundgerät

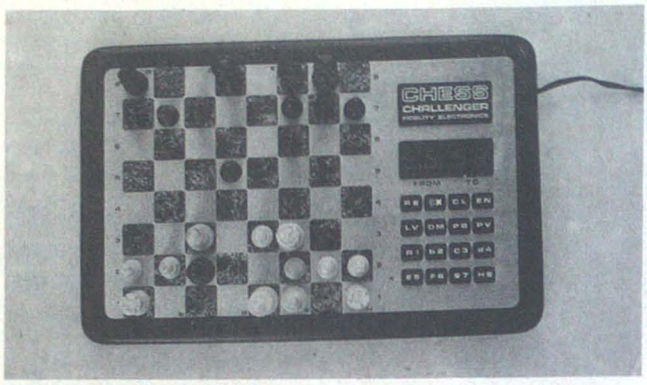


Bild 1. Chess Challenger Voice, der erste sprechende Schachcomputer

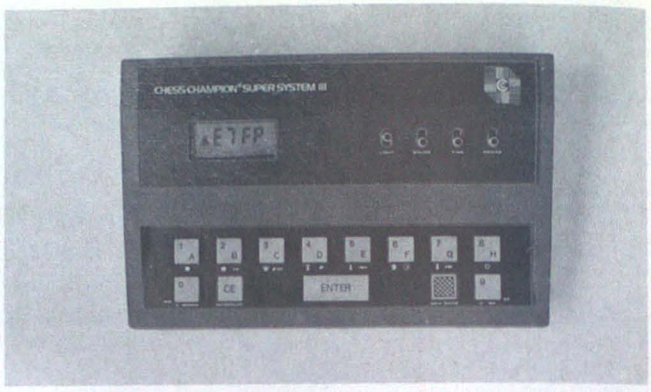


Bild 2. Chess Champion Super System III, der erste nach dem Baukasten-Prinzip aufgebaute Schachcomputer

z. B. Turnierschach und Problemschach, die Augen nicht mehr längere Zeit angestrengt auf die Anzeige richten muß, um den Antwortzug abzulesen. Statt dessen kann er eine andere Tätigkeit verrichten, bis er wieder durch den gesprochenen Gegenzug an das Schachbrett gebeten wird. Erste Versuche haben außerdem gezeigt, daß der „Chess Challenger Voice" in Verbindung mit einem Spezial-Schachspiel blinden Schachpartnern hervorragende Dienste leistet.

Neben der Sprechfähigkeit weist das Gerät u. a. folgende Merkmale auf: integriertes Schachbrett, 10 verschiedene Spielstärken mit „Denkzeiten" zwischen 1 s (Blitzschach) und mehreren Stunden (Problemschach), reichhaltige Eröffnungsbibliothek.

Chess Champion Super System III

Der seit Oktober 1979 angebotene Schachcomputer „Chess Champion Super System III" (*Bild 2*) stellt die wesentlich verbesserte Ausführung seiner Vorläufer „Chess Champion MK I" und „Chess Champion MK II" dar. Völlig neuartig an diesem Gerät ist das erstmals bei Schachcomputern angewandte Baukastenprinzip. Neben dem 398.– DM teuren Grundgerät für Netzbetrieb sind folgende Zusatzgeräte erhältlich: elektronisches LCD-Schachbrett (298.– DM), auf dem sämtliche Figuren mit natürlichen Symbolen dargestellt werden; elektronischer Speicher (179.– DM), der u. a. die Speicherung einer abgebrochenen Partie bis zu einem Jahr ermöglicht; Akkusatz (98.– DM) für den ca. 2–5stündigen netzunabhängigen Betrieb des Grundgerätes mit Speicher und LCD-Schachbrett; elektronischer Drucker (179.– DM), der jeden Spielzug auf einem Papierstreifen registriert und ein Attaché-Koffer (79.– DM) zur Aufbewahrung aller Geräte.

Das „Chess Champion Super System III" zeichnet sich durch eine gut ablesbare LCD-Anzeige aus, auf der nicht nur die Schachzüge, sondern auch die entsprechenden Figuren in Symboldarstellung und die international gebräuchlichen Zeichen für Schach, Schachmatt und das Schlagen einer Figur angezeigt werden. Das Gerät spielt sowohl mit den schwarzen als auch mit den weißen Figuren und schlägt auf Wunsch alternative Gegenzüge vor. Im Gegensatz zu seinen Vorgängern besitzt das „Chess Champion Super System III" eine eingebaute Uhr, so daß die Zeitdauer für jeden einzelnen Gegenzug des Schachcomputers exakt eingestellt werden kann. Weitere vorteilhafte Merkmale des „Chess Champion Super System III" sind u. a.: Erkennung einer Patt-Situation, Befolgung der 3-Zug- und 50-Zug-Remis-Regel, einfache Überprü-

Tabelle 2: Blitzschachpartie zwischen „Chess Champion Super System III" und „Chess Challenger Voice"

Zug-Nr.	Chess Champion Super System III (weiß)	Zeit (s)	Chess Challenger Voice (schwarz)	Zeit (s)
1	e2 – e4	1,2	c7 – c5	0,2
2	d2 – d4	1,3	d7 – d6	1,4
3	Lf1 – b5 +	1,1	Lc8 – d7 1111	5,6
4	Lb5 x d7 +	1,3	Sb8 x d7 1111	2,7
5	Sb1 – c3	1,2	Sg8 – f6	1,4
6	Lc1 – f4	1,4	e7 – e5	1,4
7	d4 x e5	1,3	d6 x e5	1,4
8	Lf4 – e3	1,4	Dd8 – a5	1,4
9	Dd1 – d3	1,8	Da5 – b4	1,6
10	Ke1 – c1 o-o-o	1,4	Lf8 – e7	1,7
11	Sg1 – f3	1,3	c5 – c4	1,9
12	Dd3 – e2	2,0	e8 – g8 o-o	1,9
13	h2 – h4	1,3	Le7 – c5	2,2
14	Le3 x c5	1,4	Db4 x c5	2,1
15	De2 – e3	1,4	Ta8 – c8	2,1
16	De3 x c5	1,3	Tc8 x c5	1,4
17	Td1 – d6	1,3	Tf8 – e8	1,2
18	Th1 – d1	1,2	Sd7 – b6	1,3
19	Kc1 – b1	1,3	Tc5 – a5	1,4
20	g2 – g3	1,3	Sf6 – g4	1,4
21	Td6 – d8	1,3	Te8 x d8	1,2
22	Td1 x d8 #	0,9	„ich habe verloren"	0,3
	Gesamtzeit	29,4 s		37,2 s

Zeichenerklärung:

–	ziehe Figur von... nach...		
x	schlage Figur	1111, 2222, 3333	Chess Challenger Voice analysiert eine neue strategische Variante
+	Schach		
#	Schachmatt	1111	zweite strategische Variante
o-o	kurze Rochade	2222	dritte strategische Variante
o-o-o	lange Rochade	3333	vierte strategische Variante

fung der Figurenpositionen, einfache Aufstellung von Spielsituationen (Problemschach) und die leicht durchführbare Rücknahme von bis zu 10 Einzelzügen (nur in Verbindung mit dem Speichermodul möglich).

„Chess Champion Super System III" weist gegenüber den meisten anderen derzeit erhältlichen Schachcomputern eine weitere Besonderheit auf: das verwendete Computerschachprogramm, das von einem der besten Computerschachspezialisten der Welt entwickelt wurde, arbeitet nicht mehr ausschließlich nach der „Brute-Force"-Methode, sondern bedient sich zusätzlich des „Alpha-Beta-Algorithmus". Die dadurch erzielte Steigerung der Spielstärke ist beachtlich. Ein nach der Brute-Force-Methode arbeitender Schachcomputer untersucht *alle* möglichen Varianten bis zu einer bestimmten Tiefe und ermittelt dabei den Zug mit der größten Wertigkeit. Beim „Alpha-Beta-Algorithmus" handelt es sich um einen Zusatz zur „Brute-Force"-Strategie, durch den die Suche nach dem besten Zug erheblich beschleunigt wird. Dies wird dadurch erreicht, daß eine Vielzahl von Zügen und daraus resultierende Zugfolgen nicht mehr berücksichtigt werden, wenn sie keine ausreichende Bewertung aufweisen.

Bei Testspielen erwies sich das „Chess Champion Super System III" als starker Gegner, der leider über kein variantenreiches Eröffnungsspiel verfügt, jedoch in den entscheidenden Phasen des Mittel- und Endspiels überdurchschnittlich gut reagierte. Die vorgelegten Problemschachaufgaben wurden ebenfalls innerhalb kurzer Zeit gelöst.

Bild 3. Der Autor beim Spiel gegen „Sargon ARB", dem ersten „sehenden" Schachcomputer

Sargon ARB (Automatic Response Board)

Handelt es sich beim „Chess Challenger Voice" um den ersten sprechenden Schachcomputer, so gebührt dem „Sargon ARB" das Prädikat, der erste „sehende" Schachcomputer zu sein. Aufgrund dieser überragenden Eigenschaft ist es nicht mehr erforderlich, die Spielzüge über eine Tastatur einzugeben; die entsprechenden Befehle werden statt dessen durch kleine Reed-Kontakte übermittelt, die sich in jedem der 64 Felder des Spezialschachbretts befinden. Die Betätigung der Reedkontakte erfolgt durch das Magnetfeld kleiner, in den Sockel der Figuren integrierter Dauermagnete.

Obwohl Mitte Dezember 1979 noch kein serienmäßiges Gerät, sondern lediglich ein Prototyp existierte (*Bild 3*), konnten mit diesem bereits reichhaltige Erfahrungen gesammelt werden. „Sargon ARB" erwies sich bei einer Vielzahl von Testspielen als ernstzunehmender Gegner, bedingt durch das ebenfalls nach dem „Alpha-Beta-Algorithmus" operierende Computerschachprogramm Sargon 2,5. Bei diesem Programm handelt es sich um eine Verbesserung des vom kalifornischen Computerschachexperten Dr. Dan Spracklen und seiner Ehefrau Kathe entwickelten Schachprogramms Sargon 2, das bei den im Dezember 1978 in Washington ausgetragenen nordamerikanischen Computerschach-Wettbewerben einen hervorragenden 3. Platz erreichte und dabei u. a. sogar den 5 Millionen Dollar teuren professionellen Laborcomputer Awit besiegte.

Zum Erwerb des „Sargon ARB" müssen Liebhaber zwar tief in die Tasche greifen (2998.– DM), erhalten dafür aber auch ein Gerät, das bezüglich Spielstärke und Bedienungskomfort keine Konkurrenz zu scheuen braucht. Ein billigeres Gerät, das ebenfalls das Schachprogramm Sargon 2,5 verwendet, ist das seit den letzten Dezembertagen des Jahres 1979 zum Preis von 998.– DM erhältliche MGS (Modular Game System)-Multispielsystem mit auswechselbarer Spielkassette. Sowohl der „Sargon ARB" als auch das MGS-System geben ihren Gegenzug nicht mehr wie ihre Vorgänger nach Ablauf der eingestellten Antwortzeit bekannt, sondern verfügen über sieben verschiedene wählbare Spielstärken; das MGS-System nutzt darüber hinaus die Denkzeit des Gegners für die Ermittlung seines Gegenzuges mit aus. Weitere Vorzüge der beiden Geräte sind u. a.: Leichte und schnelle Aufstellung von Spielsituationen, einfache Überprüfung der Figurenpositionen, Unterbreitung eines Zugvorschlages an den Gegner, Rücknahme von bis zu 6 Einzelzügen.

Tabelle 3: Turnierschachpartie zwischen „Chess Challenger Voice" und „Sargon ARB"

Zug-Nr.	Chess Challenger Voice (weiß)	Zeit (s)	SargonARB (schwarz)	Zeit (s)
1	d2 – d4	0,5	Sg8 – f6	0,5
2	c2 – c4	0,5	g7 – g6	0,5
3	Sb1 – c3	0,5	Lf8 – g7	0,5
4	e2 – e4	0,5	Sb8 – c6	76,0
5	e4 – e5 1111	11,5	Sf6 – g8	78,0
6	Sg1 – f3 1111	15,0	d7 – d6	76,0
7	Dd1 – e2 1111	9,5	Lc8 – g4	35,0
8	e5 x d6 1111, 2222	66,0	Sc6 x d4	43,0
9	d6 x c7 1111, 2222	85,0	Dd8 – d7	1,0
10	De2 – e4 1111, 2222	79,0	Lg4 – f5	1,0
11	c7 – c8D 1111, 2222	98,0	Ta8 x c8	1,0
12	Sf3 – e5 1111, 2222	130,0	Lg7 x e5	1,0
13	De4 x e5 1111, 2222	65,0	Sd4 – c2 +	35,0
14	Ke1 – e2	1,5	Dd7 – d3 #	1,0
15	„ich habe verloren"	1,0		
Gesamtzeit		9 min 23,5 s		5 min 49,5 s

Vergleichstest

Zur Ermittlung der Spielstärken der einzelnen Geräte wurden mehrere Schachpartien zwischen ihnen ausgetragen. Die ersten Spiele bestritten der „Chess Challenger Voice" und das „Chess Champion Super System III" gegeneinander. Von 4 Blitzschachpartien gewann der „Chess Challenger Voice" nur eine einzige, zwei gewann das „Chess Champion Super System III" (*Tabelle 2*) und trotzte seinem Gegner in der vierten Partie trotz dessen großer Überlegenheit noch ein Patt ab. Bei den beiden nachfolgenden Turnierspielen, in denen entsprechend dem Reglement die ersten 40 Züge jedes Kontrahenten innerhalb von 2 Stunden erfolgen müssen, waren beide Geräte jeweils einmal erfolgreich.

In der nächsten Spielrunde traten der „Chess Challenger Voice" und der „Sargon ARB" gegeneinander an. Das Ergebnis war eindeutig: „Sargon ARB" gewann sämtliche 6 Blitzschachpartien und auch die beiden Turnierspiele (*Tabelle 3*). Der „Chess Challenger Voice" schien dabei von der Leistungsfähigkeit seines Gegners derart beeindruckt zu sein, daß es ihm zeitweilig die Sprache verschlug. Als Ursache für diesen Defekt erwies sich das für den Dauerbetrieb etwas zu schwach dimensionierte Netzteil.

Die überlegene Spielstärke des „Sargon ARB" ließ auch in der letzten Spielrunde seinem Gegner „Chess Champion Super System III" keine Chance. Sowohl die Blitzschachpartie als auch die nachfolgenden vier Turnierschachpartien konnte der „Sargon ARB" für sich entscheiden (*Tabelle 4*).

Nach diesem eindeutigen Ergebnis können sowohl „Sargon ARB" als auch das nach demselben Schachprogramm operierende „MGS-System" als die derzeit spielstärksten Heim-Schachcomputer der Welt bezeichnet werden. In unserer schnellebigen Zeit dürfte es jedoch nur eine Frage der Zeit sein, bis auch das Schachprogramm „Sargon 2,5" seinen Bezwinger findet.

Tabelle 4: Turnierschachpartie zwischen „Chess Champion Super System III" und „Sargon ARB"

Zug-Nr.	Chess Champion Super System III (weiß)	Zeit (s)	Sargon ARB (schwarz)	Zeit (s)
1	d2 – d4	1,5	d7 – d5	1,0
2	Sb1 – c3	1,5	Sb8 – c6	74,0
3	Lc1 – f4	74,0	e7 – e6	1,0
4	Dd1 – d3	1,5	Sc6 – b4	36,0
5	Dd3 – b5 +	36,0	Lc8 – d7	41,0
6	Db5 x b7	41,0	Sb4 x c2 +	1,0
7	Ke1 – d2	1,5	Sc2 x a1	1,0
8	Db7 x c7	1,5	Dd8 x c7	67,0
9	Lf4 x c7	1,5	Sg8 – f6	1,0
10	Sg1 – f3	1,5	Lf8 – b4	41,0
11	(e2-e3) Kd2 – d3	41,0	e8 – g8 o-o	25,0
12	Lc7 – e5	25,0	Lb4 x c3	21,0
13	b2 x c3	1,5	Ld7 – b5 +	1,0
14	Kd3 – d2	1,5	Sf6 – e4 +	37,0
15	(Kd2-d1) Kd2 – e1	37,0	Sa1 – c2 +	39,0
16	Ke1 – d1	1,0	Se4 x f2 +	2,0
17	Kd1 x c2	1,5	Lb5 – a4 +	47,0
18	Kc2 – b2	1,5	Sf2 x h1	41,0
19	e2 – e3	1,5	Sh1 – f2	1,0
20	Lf1 – e2	1,5	Tf8 – e8	1,0
21	Kb2 – a3	1,5	La4 – d1	56,0
22	Le2 – b5	1,5	Te8 – c8	57,0
23	Ka3 – b4	1,5	a7 – a5 +	34,0
24	Kb4 – a3	1,0	Ld1 x f3	1,0
25	g2 x f3	1,5	Tc8 x x3 +	25,0
26	Ka3 – a4	1,5	Sf2 – d1	1,0
27	a2 – a3	1,5	Sd1 – b2 #	1,0
28	LOSE	1,5		
Gesamtzeit		4 min 46 s		10 min 54 s

Zeichenerklärung:
( ) in Erwägung gezogener, jedoch nicht ausgeführter Zug 22499 15937

Nachtrag

Computer-Clubs

FUNKSCHAU 1979, Heft 24, Seite 1422

In unserer Aufstellung fehlte ein Club, der offenbar auch in Deutschland zahlreiche Mitglieder hat: der Personal Programmers' Club. Herausgeber ist Richard Nelson, 2541 W. Camdon Place, Santa Ana, CA 92704, USA. Der Bezugspreis für das damit verbundene PPC-Journal beträgt in Europa 23 US-Dollar jährlich; die Mitgliedschaft kann im Januar, Mai oder September beginnen. Offenbar werden aber Bestellungen nur dann angenommen, wenn ihnen der Mitgliedsbeitrag z. B. in Dollarnoten beigelegt wurde.

Fälschlicherweise wurde beim TI-58/59-Software-Club ein Mitgliedsbeitrag von 42 DM genannt; richtig muß es 20 DM heißen.

Auch in Mainz hat sich ein Computer-Club etabliert; derzeit hat er etwa 30 Mitglieder. Vorsitzender ist Klaus Straka, Westring 46, 6500 Mainz.

Der mittlerweile über 2000 Mitglieder zählende Schweizer Computerclub gibt eine Zeitschrift namens „Hobby- und Kleincomputer" heraus. Interessenten können sich an Ernst Erb, Seeburgstr. 18, CH-6002 Luzern, wenden.

Österreichische Mikrocomputer-Interessenten können sich an den Computer-Hobby-Club, Eisvogelstraße 4, 1060 Wien, wenden. Die Mitgliedschaft kostet 400 Schilling im Jahr, für Studenten und Schüler nur 200 Schilling. Der Club existiert seit Dezember 1979.

Basic-Texteditor

FUNKSCHAU 1980, Heft 1, Seite 87

In das Programm (Bild 1) wurde statt der Kassetten-Leserroutine versehentlich die Floppy-Routine eingebaut. Für das Lesen von Files von der internen PET-Kassette müssen folgende Zeilen geändert werden:

540 INPUT „FILENAME="; M$: OPEN 1, 1, 0, M$

550 Der Zeileninhalt nach dem Doppelpunkt kann entfallen

570 CLOSE1: PRINT „LOADED": RETURN

Die Routine in Bild 1 ab Zeilennummer 700 ist bereits für den Kassettenbetrieb ausgelegt und braucht nicht geändert zu werden.

Das Editorprogramm benutzt mehrmals die Befehlsform RIGHT$ (A$(J), LEN (A$ (J)) – 1). Sie läßt sich ein wenig vereinfachen, wenn man den MID-Befehl verwendet: MID$ (A$(J), 2).

Das Capricorn-Projekt

Bereits im letzten Heft war nachzulesen, daß Hewlett-Packard's lang gehütetes Capricorn-Projekt – so wurde der HP-85 firmenintern genannt – in Kürze lieferbar ist. Hier ein erster Erfahrungsbericht.

Vor etwas mehr als einem Jahr wurde durch vorsichtige Andeutungen in amerikanischen Fachzeitschriften der Öffentlichkeit erstmals bekannt, daß sich der renommierte Meßgeräte- und Tischcomputer-Hersteller Hewlett-Packard in Bälde auch auf dem Hobby- und Kleinfirmenmarkt zu tummeln gedenke. Da es zum Stil des Hauses HP gehört, Produkte erst dann anzukündigen, wenn die Serienfertigung bereits begann, hüllten sich Firmensprecher bis zuletzt in Schweigen, wenn sie nach den Eigenschaften der kommenden Maschine gefragt wurden. Kein Wunder, daß sich um HPs ersten „Personal Computer" bereits vor seiner Vorstellung die buntesten Gerüchte rankten; was aber amtlich bekannt wurde, das war nicht viel mehr als die durch eine Indiskretion vorzeitig ans Licht gekommene Tarnbezeichnung des Rechners „Capricorn", das bei HP hausintern verwendete Schlüsselwort für das neue Produkt. Wer mit „Capricorn" zu tun hatte, mußte sich verpflichten, bis zur Vorstellung des Rechners gegenüber jedermann zu schweigen.

War diese Geheimniskrämerei angemessen? Kommt mit dem HP-85 ein Gerät auf den Markt, das sich wesentlich von Konkurrenzprodukten unterscheidet, oder sollte hier nur eine abgemagerte Version der hinlänglich bekannten Tischrechner aus dem gleichen Hause angeboten werden? Nichts dergleichen. Das Fazit aus vielen Abenden und Wochenenden Spielens, Übens und später Arbeitens mit dem neuen Computer berechtigt zu der Formulierung, daß sich mit dem HP-85 eine neue Dimension für die Freunde des Computer-Steckenpferds auftut, daß eine eigene Geräteklasse erschlossen wird, die es bisher im Bereich des „Personal Computing" noch nicht gab: Die Klasse der kompromißlos in kommerzieller Qualität gefertigten Rechner.

Qualität hat ihren Preis

Qualität hat ihren Preis – das gilt auch dann, wenn ein Erzeugnis in jenen Markt zielt, in dem der Anschaffungspreis weit eher ein Kaufhindernis ist als bei Kunden, die ihren Rechner kommerziell nutzen. Vom Deutschland-Preis der HP-85 war beim Entstehen dieses Beitrages nur soviel bekannt, daß er voraussichtlich irgendwo zwischen

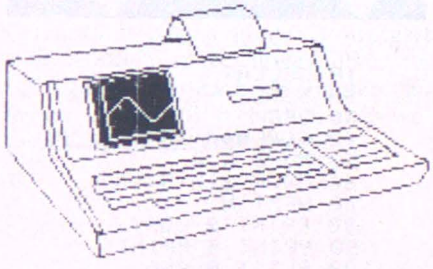


Bild 1. Ein Star porträtiert sich selbst: Hier hat der neue Stern am Computer-Himmel seinem Thermodrucker den Auftrag gegeben, ein Selbstbildnis anzufertigen

5000 und 6000 Mark liegen werde: In einer Größenordnung mithin, die den Rechner allenfalls für Schulen, Clubs und betuchtere Privatleute erreichbar erscheinen läßt. Freilich sollte man sich bei Preisvergleichen nicht täuschen lassen: Wenn man die beim HP-85 eingebauten Zusatzeinrichtungen wie Schirmausgabe, plottender Thermodrucker mit Spaltenzahl 32 und schnelles Datenkassettenlaufwerk mit komfortablem Betriebssystem den Preisen von PET, TRS-80, ITT-2020 und Apple hinzurechnet, wenn man weiterhin ins Auge faßt, daß einige HP-Produkte im Laufe der Zeit fast auf den halben Preis zurückgingen, dann verliert die oben genannte Zahl einiges von ihrer Schockwirkung.

Nach dieser summarischen Wertung zum Konkreten: Der Rechner kam in einer schreibtischhohen Riesenkiste, in der das nur schreibmaschinengroße Gerät trickreich in Kunststoffrahmen aufgehängt war – zusammen mit einigen hundert Seiten vorzüglicher Dokumentationsmaterials. Die Inbetriebnahme scheiterte erst einmal daran, daß der laut Handbuch einzufügende Sicherung-Einsatz vorläufig unauffindbar schien, bis er schließlich im Papierfach des Druckers entdeckt wurde. Es lagen zwei Datenkassetten bei, eine unbespielt, die andere mit sechszehn Spiel- und Nutzprogrammen versehen, darunter eines, das den Rechner minutenlang trillerreiche Barockmusik brummeln und pfeifen ließ. Ein fröhlicher Einstand!

Der Autor hatte, was die Programmiersprache angeht, dem Rechner mit einigem Unbehagen entgegengesehen, da er als Freund von Microsoft-Basic der älteren, komplizierten und bisweilen vergleichsweise umständlichen Sprachversion HP-Basic in der Vergan-

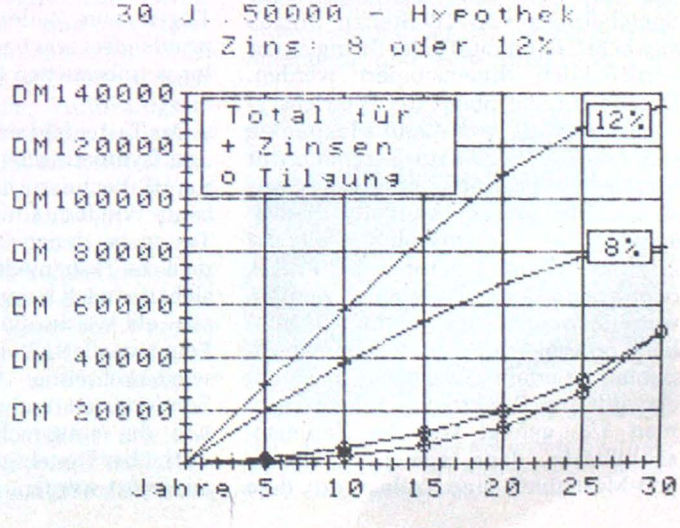
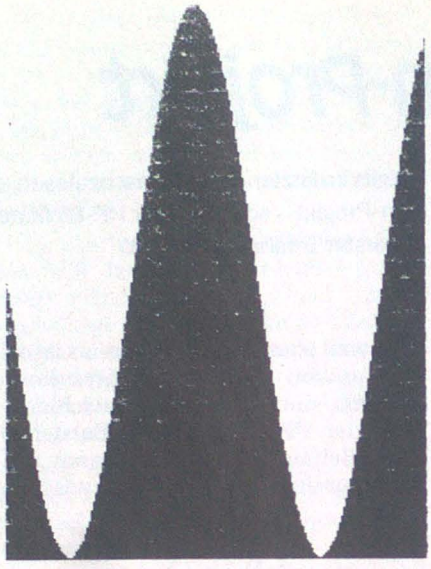


Bild 2. Häusle-Bauern steht der Rechner auch grafisch zur Seite: Hier malt er aus, was einem frischgebackenen Eigenheimbesitzer in den nächsten 30 Jahren finanziell so blüht

genheit nicht viel Liebe abgewinnen konnte – und hier gab es schon eine erste Überraschung. Zwar ist die Sprache des HP-85 schon aus Gründen der Kompatibilität, wie erwartet, eng an Eigenheiten des Hauses Hewlett-Packard orientiert, jedoch wurden Neuerungen aufgenommen, die dem Anhänger der „Hobbycomputer-Weltsprache Nummer Eins" *Microsoft-Basic* den Zugang erleichtern: Ein ausgeklügeltes System von „Default-Values" beim Programm-Schreiben läßt dem Benutzer die Wahl, ob er trickreich oder schlicht zu programmieren gedenkt – solange er nur einige Besonderheiten beachtet.

Komfort mit Wermutstropfen

Mehrfachstatements müssen, höchst ungewohnt, durch das „At-Zeichen" getrennt werden, im Gefolge von „IF...THEN..." – Statements mag der Interpreter gewisse Anweisungen nicht sehen, Variable müssen wesentlich lakonischer benannt werden als in den Microsoft-Dialekten von 2020, PET, TRS-80 und Genossen, und schließlich – höchst bedauerlich und aus des Autors Sicht ein empfindlicher Mangel – kann der HP-85 nicht mit Datenfeldern umgehen, deren Elemente Zeichenketten sind: Bei numerischen Arrays verkraftet der Rechner im Höchstfall zwei Dimensionen. Eine Belastung aus der Verbindung mit seinen älteren Brüdern stellt für den Computer auch die Tatsache dar, daß Zeichenketten nicht dynamisch verwaltet werden: Ein String belegt beim HP-85 im Speicher den Raum einer Zeichenkette mit 18 Elementen – gleichgültig, ob die Kette allein aus dem Zeichen „." oder einem Text wie „AUF, HOLTERDIPOLTER" besteht. Mag der Programmierer diese Speicherraumvergeudung nicht in Kauf nehmen oder ist damit zu rechnen, daß eine Kette über den reservierten Speicherplatz von 18 Stellen hinaus anwächst, dann muß jeder String zuvor ausdrücklich dimensioniert werden: Durchaus nicht Stand der (Betriebssystem-) Technik von 1980! Pluspunkte sammelt der HP-85 im Vergleich mit Microsoft-Maschinen hingegen, was seine Betriebsart „Calculator Mode" angeht. Hier wollen Rechner wie der 2020 oder der PET nämlich per PRINT oder Fragezeichen vorbereitet werden, wenn man nach dem Programmdurchlauf von Hand den Inhalt einzelner Variablen zu erfahren wünscht. Das gleiche gilt für Direktrechnungen. Tippt man 1/2, gefolgt von der Zeilenabschlußtaste, dann speichern Microsoft-Maschinen eine Zeile 1 mit dem



```
 10 GCLEAR
 20 SCALE -1,1,0,600
 30 DEG
 40 FOR N=0 TO 600
 50 MOVE N,0
 60 DRAW SIN(N),N
 70 NEXT N
 80 PRINT @ COPY
 90 PRINT @ PRINT
100 PLIST @ END
```

Bild 3. Wer nur Standard-Basic oder einen der Microsoft-Basicdialekte kennt, dem wird Ungewohntes an der Programmiersprache des HP-85 auffallen: Hier ein Funktionsausdruck und die dazugehörige Programmschleife

(unsinnigen) Befehl /2. Der '85 dagegen erkennt in solchen Fällen selbsttätig, daß hier unmittelbar gerechnet werden soll, und antwortet brav mit .5 – sehr schön!

Makellos ist auch der Editor. Das Redigieren von Programmen weist keine der Umständlichkeiten von 2020, Apple oder TRS-80 auf, Einfügen und Tilgen von Zeilenteilen erfolgen so problemfrei wie beim PET, dessen Editor ja unbestritten Maßstäbe setzte.

Das Tastenfeld selbst ist so solide und „griffsympathisch", wie bei den teureren HP-Rechnern; angenehm die eingebaute Wiederholungsfunktion all jener Tasten, bei denen dies sinnvoll ist: Läßt man die Taste niedergedrückt, so wirkt sich dies nach kurzer Umschaltpause so aus, als werde die Taste in schneller Folge wiederholt betätigt. Für häufig wiederkehrende Anweisungen sind Sondertasten vorhanden, jedoch können die entsprechenden Funktionen auch über Texteingabe über den Schirm ausgelöst werden.

Platten auf 49 000 Punkten

Der Bildschirm – Diagonale rund 13 Zentimeter – bietet Raum für 16 Zeilen zu je 32 Zeichen. In der Betriebsart „Grafik" können über 49000 Bildpunkte einzeln gesetzt oder gelöscht werden (192 Zeilen zu je 256 Spalten); dies entspricht dem Auflösungsvermögen von ITT 2020 und Apple, mit dem Unterschied freilich, daß beim '85 Farbgrafiken nicht möglich sind und der Bildaufbau deutlich langsamer erfolgt. Animation durch pseudokinematografische Effekte, wichtig für Bewegungsspiele, beherrscht der neue Computer deswegen nur bedingt. Dafür stellt das Betriebssystem der HP-Maschine beim Plotten und Zeichnen jedoch ungleich mehr Hilfsroutinen zur Verfügung: Die Anfertigung von Graphen exotischer Funktionen hat dem Autor immer wieder Stunden voller Vergnügens geschenkt – dies um so mehr, als auch der Drucker über das gleiche Auflösungsvermögen verfügt wie der Schirm.

Bemerkenswert ist auch vor allem die Datenkassettenstation, die sich als ein Mittelding zwischen Floppystation und Nf-Kassettenwerk erweist: Kapazität über 200 Kilobyte bei einer Rückspulzeit von weniger als einer halben Minute, Zugriff auf Programme oder Daten selbsttätig über den Namen der Aufzeichnung. Mit Hilfe dieses einzigen Laufwerks, den Befehlen „CHAIN" (Verketten von Programmen) und der Variablendefinition „COM" (Bewahren von Werten und Zeichen für Folgeprogramme) kommt man zu Bearbeitungsmöglichkeiten von Jobs unbegrenzten Umfangs. Freilich, auch hier ein Pferdefüßchen: Datenkassetten sind viel, viel teurer als das bedeutend schnellere Massenspeichermedium Floppy-Disk oder Compactcassetten.

Haushoch überlegen gegenüber allen anderen Personal-Computern ist der HP-85, was Rechengenauigkeit (12 signifikante Stellen) und Rechenbereich angeht. Der Bereich des Variablentyps REAL reicht von plus/minus 9,99999 999 999 mal zehn hoch plus/minus 499! Ungenauigkeiten und Rundungsfehler, wie sie vom Verfasser bei ITT-2020, PET, Apple und PC 100 beobachtet wurden, konnten beim '85 nicht provoziert werden: Ein Vorteil der BCD-Repräsentation von Realzahlen bei Hewlett-Packard; die anderen Rechner bilden ihre „REALS" rein binär ab.

Hilfreich zur Hand geht der Rechner seinem Benutzer nicht nur beim Programmieren und im Betrieb, sondern auch bei der Fehlersuche und bei Pro-

grammreparaturen. Während der Bearbeitung eines Kundenprogramms kann der Rechner Wertänderungen bei Variablen melden, Sprünge anzeigen und Analyseprotokolle drucken, die das Fehlersuchen zum Vergnügen machen. Ein leistungsfähiges Renumerierungsverfahren und selbsttätiges Setzen von Statement-Nummern erleichterte das Programmieren deutlich: Auch hier – Spitzen-Komfort!

Von vielen weiteren Eigenschaften des HP-85, die ihn zum gegenwärtigen Spitzengerät der Computer unter 7000 Mark machen, sei – stellvertretend für alle anderen – nur noch eine genannt, die allerdings verblüfft: Der Rechner kann, quasi gleichzeitig, mehrere Programme bearbeiten. Mit Hilfe eingebauter TIMER-Funktionen läßt sich der Rechner nämlich zwischen verschiedenen Jobs hin- und herschalten. Gleichzeitig musizieren, zeichnen und rechnen: Das macht dem HP-85 keiner seiner Konkurrenten so leicht nach!

Kein PEEK und POKE

Kommen wir zum Schluß-Urteil nach knapp 80 Stunden Betriebserfahrung: Der HP-85 zeigt Eigenschaften, die ihn zur Traum- und Wunschmaschine für Hobbyprogrammierer machen und die ihm auch bei kommerziellen Benutzern, im Ausbildungswesen und vor allem im Schulbetrieb gute Chancen schaffen, zum Maßstab zu werden, an dem sich andere Produkte künftig werden messen lassen müssen. Wer freilich gern mit anderen Sprachen als Basic arbeitet, wer sich die Wahl offenhalten will, ob er ein Problem per Assembler, FOCAL, XPLO oder PASCAL angeht: Der ist mit längst nicht so soliden und bei weitem nicht so komfortablen, dafür aber softwaremäßig bedeutend flexibleren Maschinen wie Apple-II oder ITT-2020 besser bedient. HP weigert sich nämlich strikt, etwas über die CPU-Assemblersprache verlauten zu lassen, und der HP-85 enthält auch weder PEEK- noch POKE-Befehle.

Drucker-Verwirrung

Beim Abdruck unseres AIM-65-Programms in Heft 25/1979 zur Simulation der CPU 8080 entstand bei manchen unserer Leser, zahlreichen Anrufen nach zu schließen, der Eindruck, als gäbe es zwei unterschiedliche AIM-65-Drucker-Zeichencodes: Normalerweise liefert der AIM-65 ja durchgestrichene Nullen. Nein! Sie können ganz beruhigt sein: Alle AIM-65-Ausdrucke fertigen wir normalerweise mit einem Silent-700-Terminal von Texas Instruments an, dessen Thermodrucker Nullen ohne Querstrich produziert. Das Silent-700 läßt sich problemlos über die 20-mA-Schnittstelle an den AIM-65 anschließen.

2650-Tutor

Der Mikrocomputer „Instructor 50"

Der Instructor 50 gehört nicht zu den preiswertesten Einplatinencomputern. Er hat aber einige Vorzüge, die das Arbeiten mit ihm sehr erleichtern, und wird im Gehäuse einschaltfertig geliefert.

Man braucht das mitgelieferte Steckernetzteil nur noch in die Steckdose zu stecken, schon meldet sich der Computer mit „HELLO" auf seinen Siebensegmentanzeigen. Sogar für den Kassettenrecorderanschluß ist gesorgt, ein Verbindungskabel wird mitgeliefert. Nun gleich die mitgelieferte Kassette in einen Recorder eingelegt und schon kann's losgehen. Wenn Sie täglich AFN hören, kein Problem – sollten Sie jedoch diese Gelegenheit bisher noch nicht genutzt haben, werden Sie mit dem „Slang" des Sprechers Ihre (Anfangs-)Schwierigkeiten haben. Nach einer kurzen Erläuterung über das Wunderwerk Mikroprozessor folgt eine Einstellanweisung für den Kassettenrecorder und dann auch schon das erste Programm: „Billboard" – eine Laufschrift.

Anhand der wirklich umfangreichen mitgelieferten Literatur kann man die einzelnen Programmschritte (mit Erläuterungen) verfolgen. Man erhält 3 Bücher: Software Applications Manual (98 Seiten), „Introduction to the Instructor 50 desktop Computer" (ca. 65 Seiten) und den Users' Guide (ca. 300 Seiten).

Die Eingabetastatur ist in 2 Teile gegliedert: 12 Funktionstasten, daneben 16 Hex-Tasten. Die Tasten haben zwar keinen „Druckpunkt", sind aber trotzdem recht gut zu handhaben. Die weiß aufgebrachte Schrift zeigt jedoch nach längerem Gebrauch Auflösungserscheinungen – ein Handicap bei vielen µP-Systemen. Als nützlich können sich auch die 8 Schalter erweisen, mit denen man die parallelen I/O-Ports „von Hand" setzen kann. Der Zustand der Ports kann mit LEDs kontrolliert werden. Mit einem weiteren Schalter können 3 I/O-Adressen angewählt werden (Memory 0FF, Extended I/O Port 07 und Non-Ext. Data Port). An der Unterseite(!) befindet sich ein weiterer Schalter: Interrupt Selector. Wird dieser Schalter von der Stellung „Keybord" auf „AC-Line" gestellt, so wird alle 20 ms ein Interrupt erzeugt, eine Hilfe bei Echtzeit-Steuerungsaufgaben.

Der Instructor 50 bietet noch ein nützliches Bonbon: Über den Tasten befindet sich eine Tabelle, in der alle Befehle im Hex-Code und den mnemonischen Abkürzungen aufgeführt sind; für den fortgeschrittenen Programmierer eine wertvolle Hilfe.

Nun zur Technik: Als CPU wird der 2650 eingesetzt, ein universell einsetzbarer, statischer Prozessor mit 8 bit Wortlänge. Sämtliche Ein- und Ausgänge sind TTL-kompatibel, auch der Einphasen-Takteingang. Die minimale Prozessorzykluszeit beträgt 2,4 µs. Besonderheiten sind der 15-bit-Adreßbus (32 KByte adressierbar), sieben 8-bit-Mehrzweck-Register, ein Unterprogramm-Rücksprungadreßspeicher mit 8 Ebenen, ein 14-bit-Programm-Status-Register (mit E/A-Leitungen gekoppelt) und vektorisierte Programm-Unterbrechung. Der Prozessor arbeitet mit 75 Grundbefehlen, die 1, 2 oder 3 Bytes lang sein können. Für die Befehle gibt es acht verschiedene Adressierungsarten, u. a. Indizierung mit wahlweisem Erniedrigen bzw. Erhöhen des Indexregisters. Der Datenaustausch mit Speichern und E/A-Ports kann syn-

Bild 1. Nicht gerade billig, aber immerhin mit Netzteil und Gehäuse – der Mikrocomputer Instructor-50 von Valvo/Signetics

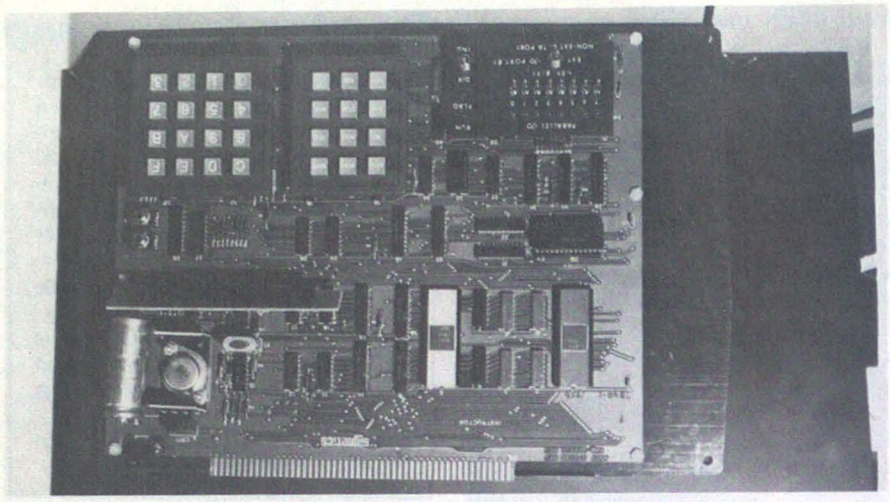


Bild 2. Der gesamte Mikrocomputer ist auf einer einzigen Pertinax-Platine untergebracht (Foto: Neumayr)

chron oder asynchron (quittungsgesteuert) abgewickelt werden. Die folgenden acht Adressierungsarten unterscheiden sich in der Art der Adreßberechnung im Speicherbedarf und in der Ausführungszeit:

- unmittelbare Angabe des Operanden,
- Registeradressierung,
- relative Adressierung,
- relative, indirekte Adressierung,
- absolute Adressierung,
- absolute, indirekte Adressierung,
- absolute Adressierung mit Indizierung,
- absolute, indirekte Adressierung mit Indizierung.

Die sieben Mehrzweckregister enthalten Operanden bzw. Ergebnisse bei arithmetischen und logischen Operationen und werden als Indexregister und für Ein-/Ausgabe-Vorgänge verwendet. Der Prozessor kann 32 768 Speicherplätze in 4 Seiten (pages) zu je 8192 Bytes adressieren. Ein direkter Speicherzugriff läßt sich auf einfache Weise z. B. durch Anhalten des Taktes realisieren.

Auf der Platine befinden sich ROMs mit insgesamt 2 KByte und RAMs mit 0,64 KByte. An der Rückseite des Gerätes ist der S-100-Bus herausgeführt, womit der Kontakt zur „übrigen Welt" hergestellt werden kann. *H. Neumayr*

Berichtigung

Impedanzwandler-Berechnung

FUNKSCHAU 1979, Heft 25, Seite 1474

In das SR-56-Programm haben sich leider drei Druckfehler eingeschlichen, die dafür sorgen, daß eine „Iteration ins Ungewisse" erfolgt. An Adresse 13 muß statt „–" ein „:" stehen, an Adresse 41 statt „+" ein „x" und an Adresse 45 statt „–" ein „:".

µC-Nachrichten

Als Ergänzung der kurzen Industriemessen gibt es jetzt in Großbritannien eine Messe für die Elektroindustrie mit dauerhaftem Sitz im **Londoner World Centre.** Die Messe wird von der britischen Regierung unterstützt und zählt zu ihren Ausstellern solche Großunternehmungen wie IBM, GEC und Ferranti, sowie weniger bekannte kleinere Firmen. Der Kauf eines Standes ermöglicht die Benutzung aller Einrichtungen des Londoner World Trade Centres. Man erhält auch einen besonders für die jeweiligen Bedürfnisse entworfenen Stand (im Preis einbezogen). Die Messehalle wird von einer großen Zahl von Fachleuten besucht, d. h. von potentiellen Käufern die die neuesten technischen Entwicklungen sehen wollen.

□

Egil Juliussen von Texas Instruments äußerte diese Vision eines **Verkaufsgespräches der Zukunft:** Kauft unsere Speicher – und ihr erhaltet unsere Mikrocomputer umsonst; kauft unsere Peripherie – und ihr erhaltet unseren Minicomputer umsonst; kauft unsere Software – und ihr erhaltet unseren Standardrechner umsonst (aus Diebold Management Report, Okt. 1979).

□

Alfred Neye-Enatechnik bietet jetzt für die Mikrocomputer-Platine SDK-85 einen integrierten **Editor/Assembler** an, der AMSEDIT heißt und auch die symbolische Adressierung gestattet; maximal 255 Labels sind zulässig. Es handelt sich dabei um eine 80 x 80 mm² große Platine mit 4 KByte EPROM im Adressenbereich 8000...9FFF.

TI-59-Modul „Electrical Engineering"

Für zahlreiche Leser, die den programmierbaren Taschenrechner TI-59 besitzen, wird das von Texas Instruments herausgebrachte „Solid-State-Software"-Modul „Electrical Engineering" eine wertvolle Hilfe bei der Dimensionierung elektronischer Schaltungen darstellen. Wir stellen daher hier kurz die mit ihm möglichen Berechnungen vor. In vielen Fällen erstellt dabei, wenn angeschlossen, der Drucker PC-100 automatisch ein Protokoll von Eingabewerten und Ergebnissen.

Ausgesprochen schwierig ist oft die Berechnung von Phase Locked Loops (PLL-Schaltungen). Mit wenigen Tastendrücken erlaubt das Modul die Errechnung der Schleifen-Resonanzfrequenz, des Dämpfungsfaktors, der Filter-Bauelementewerte für aktive und passive Schleifenfilter sowie der Störbandbreite.

Ähnlich komfortabel ist der Umgang mit Polynomen; das Modul enthält Programme (die sich auch innerhalb eigener Routinen als Unterprogramme verwenden lassen) für das Herausfinden der Wurzeln und Multiplikationen bis zum 40. Grad. In der Wechselstromtechnik hat man oft mit komplexen Größen zu tun; dafür stehen komplexe Rechenarten und Funktionen zur Verfügung.

Für den Hf-Techniker ersetzt der Rechner ein Smith-Diagramm: Wieder genügen wenige Tastendrücke, um komplexe Leitungstransformationen zu errechnen. Wer einen TI-59 mit Drucker besitzt, kann sogar Netzwerk-Analysen durchführen. Hierbei wird der Frequenz- und Phasengang eines beliebigen linearen Netzwerks aus Widerständen, Kondensatoren, Induktivitäten und spannungsgesteuerten Stromquellen (z.B. Transistoren) errechnet. Das Netzwerk kann z.B. aus 5 Knotenpunkten und 9 Bauelementen oder aus 4 Knotenpunkten und 14 Bauelementen bestehen. Allerdings: Dafür braucht der Rechner schon ein wenig Zeit... Fe.

Ing. (grad.) S. Kilgenstein

10-MHz-Vorverstärker für Multifunktionszähler ICM 7216 B

Im vorigen Heft wurde der Digitalteil des Multifunktionszählers mit dem integrierten Zählerbaustein ICM 7216B vorgestellt. Für die Ansteuerung des Bausteines müssen die Eingangssignale TTL-Pegel besitzen. Um Signale mit beliebigen Kurvenformen verarbeiten zu können, enthält die Platine bereits einen integrierten Schmitt-Trigger 74 S 132, bei dem die Amplitude des Signals jedoch mindestens ca. 1,5 V betragen muß.

Zahlreiche Signalquellen haben eine so geringe Wechselspannungsamplitude, daß ein Schmitt-Trigger damit nicht angesteuert werden kann. Um trotzdem eine zuverlässige Messung durchführen zu können, muß das Eingangssignal verstärkt werden. Im folgenden wird ein geeigneter, breitbandiger Wechselspannungsverstärker beschrieben, der natürlich auch für andere Zähler geeignet ist.

Anforderungen

Um den Aufwand für den Zähler so gering wie möglich zu halten, wäre es günstig, wenn auch der Vorverstärker mit der 5-V-Spannungsversorgung des Zählerteiles auskäme. Dies schließt den Aufbau mit Operationsverstärkern weitgehend aus. Geht man von dem Frequenzbereich des Zählers aus, so sollte der Vorverstärker eine obere Mindestgröße von 10 MHz für Frequenzmessung und eine untere von 0,1 Hz für Periodendauermessungen besitzen. Bei einer Frequenz $< 0{,}1$ Hz wird der Anzeigebereich des Zählers bei Periodendauermessung überschritten, da nur sieben Stellen vor dem Komma angezeigt werden und die Anzeige in µs erfolgt. Will man Signale mit einer Periodendauer größer als 10 s noch messen, so zählt man am besten extern eine Quarzfrequenz ein, indem man das Signal als Torzeit verwendet, schaltet den Zähler auf Ereigniszählung und merkt sich zusätzlich, wie oft die Anzeige übergelaufen ist. In Stellung Periodendauer ist dies nicht möglich, da als kleinste Einheit eine Periodendauer gemessen wird und die Anzeige des Ergebnisses erst nach Ablauf der Messung erscheint. Es kann dabei also nicht festgestellt werden, wie oft der Zähler übergelaufen ist. Dasselbe gilt für Zeitintervallmessung (siehe Heft 2, Bild 4). Eine zweite Möglichkeit wäre die Messung mit Ereigniszählung über eine längere Zeitdauer und Stoppen mit einer Uhr. Daraus folgt, daß nur für Ereigniszählung unter Umständen lange Periodendauern verarbeitet werden müssen.

Soll der Vorverstärker eine hohe Grenzfrequenz besitzen, so muß die Schaltung möglichst niederohmig ausgelegt werden, damit die Rückwirkungskapazität C_{CB} der Transistoren den Frequenzgang nicht beschneidet. Für die Verarbeitung von kleinen Frequenzen müssen aufgrund der kleinen Widerstände große Koppel- und Gegenkopplungskondensatoren verwendet werden. Weiterhin soll aber der Verstärker keine Gleichspannung verstärken, damit auch Signale mit überlagertem Gleichspannungspegel noch einwandfrei getriggert werden können. Würde man einen Verstärker mit AC- und DC-Verstärkung konzipieren und soll der Verstärker sehr empfindlich sein, d. h. hoch verstärken, so würden bei DC-Kopplung bereits wenige Millivolt Gleichspannung genügen, um das Ausgangssignal des Vorverstärkers über die Triggerschwelle des Schmitt-Triggers anzuheben. Es wäre dann damit keine Messung mehr durchzuführen. Aus diesem Grunde erschien es günstiger, einen breitbandigen Wechselspannungsverstärker für Frequenzen größer als 0,1 Hz, und für Signale mit großer Periodendauer einen Gleichspannungsverstärker oder den Schmitt-Trigger-Eingang direkt zu verwenden (die Verstärkung des Gleichspannungsverstärkers müßte eventuell einstellbar sein).

Damit die Signalquellen nur gering belastet werden, muß der Eingang des Vorverstärkers möglichst hochohmig sein. Außerdem soll er gegen hohe Signalspannungen geschützt werden. Um auch Signale mit überlagerten Störungen einwandfrei triggern zu können, wird der Triggerpegel einstellbar gemacht.

Ausbau zum Universalzähler

Bild 1 zeigt das Blockschaltbild eines kompletten Universalzählers. Mit Schalter S 1 wird das Eingangssignal auf den AC- oder den DC-Verstärker gegeben, oder man kann ihn direkt auf den Schmitt-Triggereingang legen (falls der DC-Verstärker weggelassen wird). Der Wechselspannungsverstärker enthält einen Eingangsempfindlichkeitsregler P 1. Mit P 2a wird dem verstärkten Signal ein Gleichspannungspegel überlagert, um damit die Triggerschwelle einzustellen. Der anschließende TTL-Schmitt-Trigger

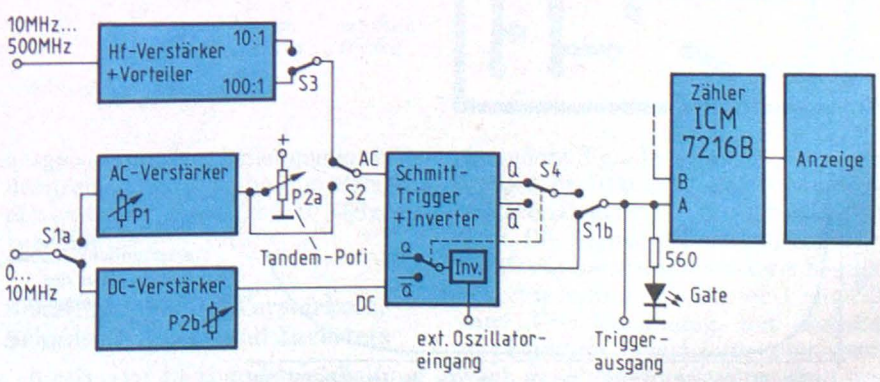


Bild 1. Baugruppen für einen vollständigen Universalzähler

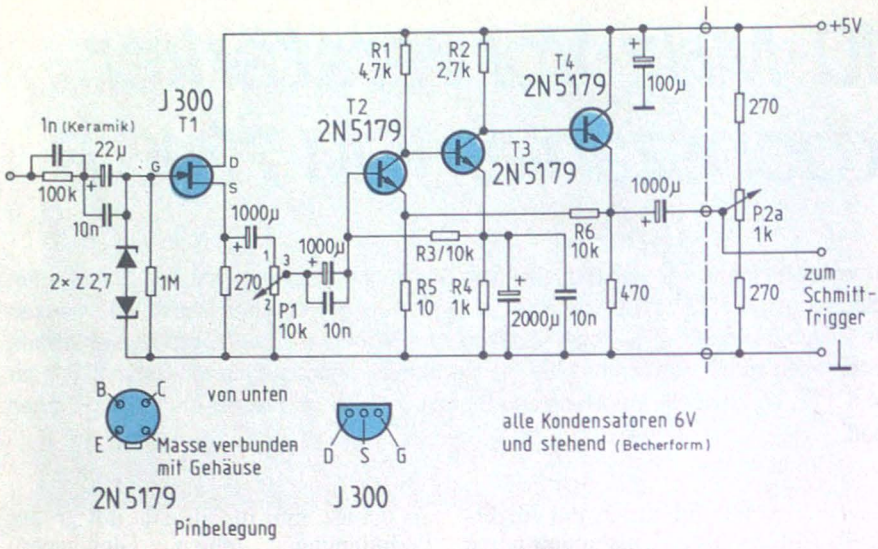


Bild 2. Schaltung des Wechselspannungsverstärkers

formt das ankommende Signal zu einem TTL-Rechtecksignal. Um sowohl mit positiven als auch mit negativen Flanken den Zähler triggern zu können, wurde noch ein Inverter dazugefügt, dessen Ausgangssignal mit S 4 umgeschaltet wird. Damit können in der Funktion Zeitintervallmessung sowohl Impuls- als auch Pausendauer eines Rechtecksignals gemessen werden. Der DC-Verstärker und der Block mit Schmitt-Trigger und Inverter kann je nach Anforderung entfallen, da bereits auf der Zählerplatine ein Schmitt-Trigger vorhanden ist.

Sollen Signale mit einer Frequenz größer als 10 MHz gemessen werden, so müssen diese an den Hf-Vorverstärker und Vorteiler angeschlossen werden. Die Umschaltung auf Hf geschieht mit Schalter S 2. Schalter S 3 dient zur Umschaltung der Meßbereiche 100 MHz und größer als 100 MHz.

Schaltung des Wechselspannungsverstärkers

Bild 2 zeigt die komplette Schaltung des Wechselspannungsvorverstärkers. Er besteht aus zwei Impedanzwandlern (T 1 und T 4) und einem zweistufigen Verstärker (T 2 und T 3). Es genügt eine Versorgungsspannung von 5 V. Der Eingang ist durch die beiden Zenerdioden sowohl gegen zu hohe positive als auch negative Spannungen abgesichert. Durch Verwendung einer FET-Eingangsstufe ist der Eingangswiderstand im Nf-Bereich 1 MΩ. Da bei hohen Frequenzen Elektrolyt-Kondensatoren nicht mehr geeignet sind, werden keramische wegen der guten Hf-Eigenschaften parallel geschaltet. Der Kondensator parallel zum 100 kΩ Widerstand am Eingang verbessert das Impulsverhalten der Schaltung. R 3 soll möglichst hochohmig sein, damit der FET nicht zu sehr belastet wird, muß aber für die Basis von T 2 einen genügend hohen Strom liefern. Mit dem Verhältnis R 6 zu R 5 wird die Spannungsverstärkung eingestellt. Sie wurde hier zu 1000 ≙ 60 dB gewählt. Damit ergibt sich eine hervorragende Empfindlichkeit über den gesamten Frequenzbereich (*Bild 3*). Die Driftverstärkung und damit die Gleichspannungsverstärkung ist mit R 2 und R 4 festgelegt und hat einen Wert von ca. 3. Der Transistor T 4 wird in Kollektorschaltung betrieben und sorgt für einen niedrigen Ausgangswiderstand des Verstärkers. Mit Potentiometer P 2a wird zum Wechselspannungssignal eine Gleichspannung addiert, um damit den Triggerpegel für den Schmitt-Trigger verschieben zu können. Die Vorwiderstände von 270 Ω müssen vorhanden sein, damit der Transistor T 4 mit P 2a nicht kurzgeschlossen werden kann. R 1 wurde zu 4,7 kΩ und R 2 zu 2,7 kΩ berechnet, damit ein Kollektorstrom von ca. 3 mA bei einer Stromverstärkung der Transistoren von B ≧ 25 fließt.

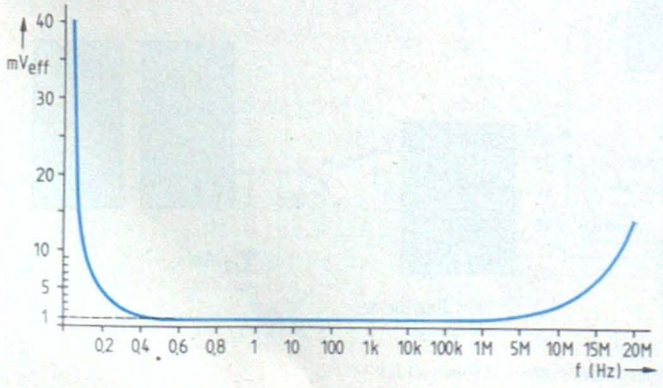


Bild 3. Eingangsempfindlichkeit eines Labormusters des Wechselspannungsverstärkers

Aufbau der Schaltung

Das Platinenlayout des AC-Verstärkers zeigt *Bild 4* und den Bestückungsplan *Bild 5*. Die Platine sollte aus doppelseitig kaschiertem Pertinax hergestellt werden, wobei auf der einen Seite die gesamte Kupferschicht als Abschirmung belassen wird. Nach dem Bohren der Platine werden auf der Abschirmseite diejenigen Bohrungen angesenkt (mit 7-mm-Bohrer), an denen die Bauteile nicht auf Masse liegen. Die Kupferfläche auf der Bestückungsseite sollte an mehreren Stellen mit Masse verbunden werden. Zur einwandfreien Funktion der Schaltung muß sie in ein Gehäuse aus verzinktem oder verzinntem Eisenblech als Abschirmung eingebaut werden. Die Vorwiderstände für P 2a werden direkt am Potentiometer angelötet. Werden sowohl Verstärker als auch Zähler an demselben Netzteil betrieben, so zeigen sich auf der Betriebsspannung überlagerte Rechtecksignale vom Zähler, die unbedingt beseitigt werden müssen. Als geeignete Maßnahme zeigte sich der Einbau eines 1000-µF-Elkos direkt auf der Zählerplatine zwischen 5 V und Masse und einer Spule mit 350 µH in Serie.

Sollte sich beim Testen des Verstärkers bereits bei kleinen Signalamplituden eine einseitige Begrenzung zeigen, so kann diese durch Verändern von R 2 behoben werden (bei der Testschaltung auf 2 kΩ reduziert). Bei großen Eingangsspannungen (10 V_{ss}) konnte eine Veränderung des Impuls/Pausenverhältnisses bei dem begrenzten Analogsignal festgestellt werden. Falls dies für die Messung störend sein sollte, kann mit dem Empfindlichkeitsregler P 1 die Amplitude des Eingangssignals verkleinert werden.

Bei der Testschaltung wurde der in Bild 3 gezeichnete Empfindlichkeits-

Bild 4. Platinen-Layout des AC-Verstärkers

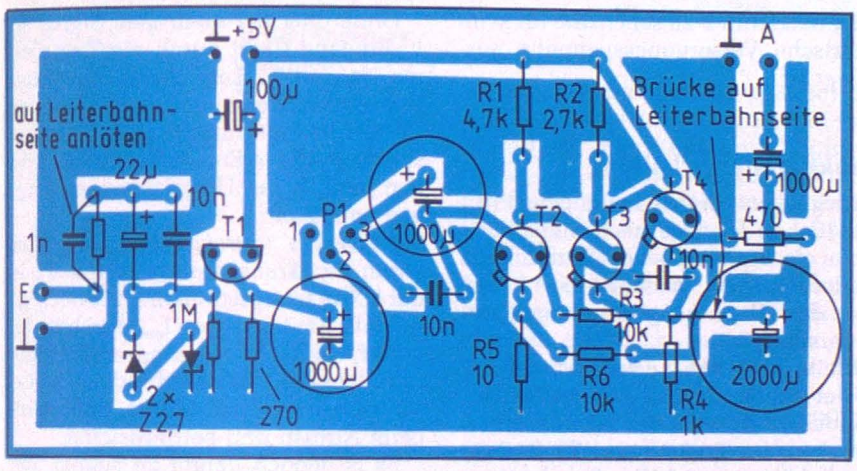


Bild 5. Bestückungsplan des AC-Verstärkers

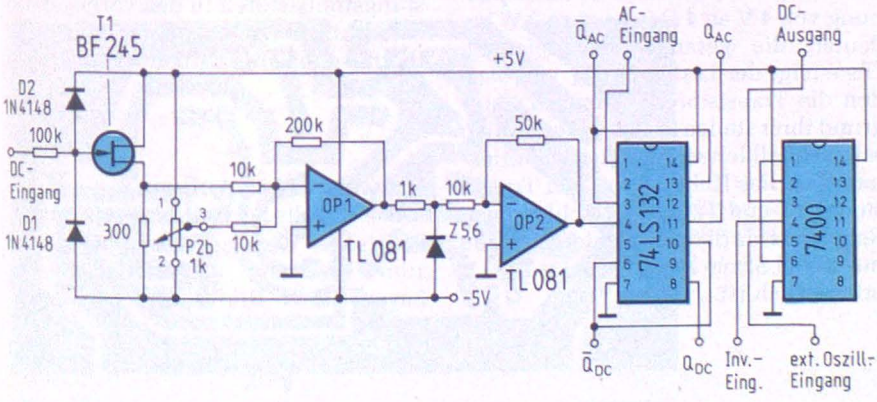


Bild 6. Schaltung für DC-Verstärker, Schmitt-Trigger und Inverter

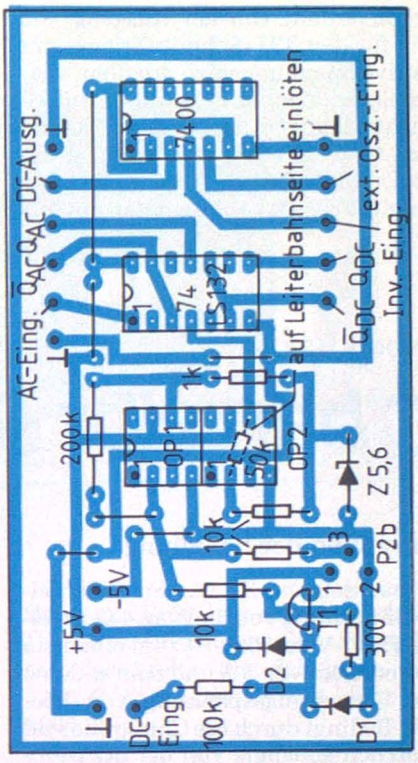


Bild 8. Bestückungsplan des DC-Verstärkers

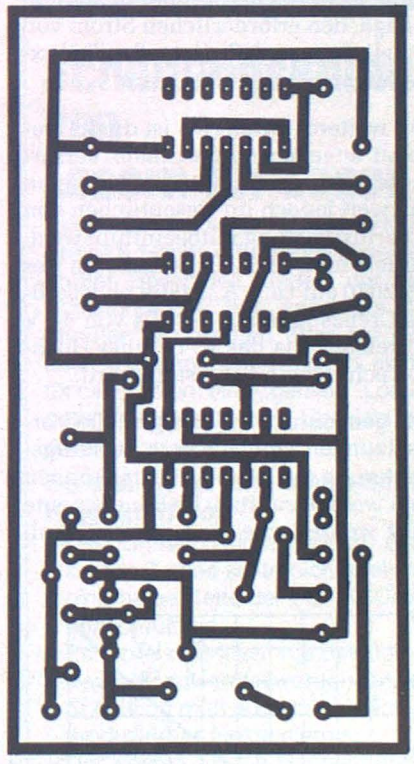


Bild 7. Platinen-Layout des DC-Verstärkers

verlauf gemessen. Im größten Teil des Frequenzbereiches genügt also schon eine Eingangsspannung von ca. 1 mV_{eff} zur einwandfreien Messung. Um die Triggerschwelle feststellen zu können, sollte nach dem Schmitt-Trigger ein Ausgang für den Anschluß eines Oszillografs vorhanden sein (Bild 1). Prinzipiell können beide Eingänge A und B des Zählers bis 500 MHz oder mehr ausgebaut werden. Meist genügt es jedoch, einen Kanal (A) bis 500 MHz und den anderen Kanal (B) bis 10 MHz auszubauen.

Schaltung des DC-Verstärkers, Schmitt-Triggers und Inverters

Bild 6 zeigt die komplette Schaltung. Der DC-Verstärker verarbeitet niederfrequente Signale mit einer Amplitude größer ca. 100 mV. Der Frequenzbereich erstreckt sich von DC bis ca. 100 kHz. Die Signalform ist beliebig. OP 1 ist als Addierer und Verstärker beschaltet. Am Summierpunkt wird mit P 2b eine Gleichspannung mit maximal ± 5 V addiert. Gleichzeitig kann damit auch der Triggerpunkt eingestellt werden. Das Signal wird 20fach verstärkt

und invertiert. Um am Ausgang von OP 2 für den TTL-Schmitt-Trigger nur positive Spannungen zu erhalten, werden sie mittels der Zenerdiode auf einen Maximalwert von + 0,3 V stabilisiert. OP 2 verstärkt noch einmal um den Faktor 5. Mit dem nachfolgenden Schmitt-Trigger 74132 werden sowohl die Signale des DC- wie auch des AC-Verstärkers in TTL-Signale umgeformt. Es stehen jeweils auch die invertierten Signale zur Verfügung. Die NAND-Gatter des 7400 dienen zum Einlesen einer externen Frequenz, um sehr lange Zeiten messen zu können. Das Eingangssignal bildet dabei die Torzeit und die Messung erfolgt über Ereigniszählung. *Bild 7* zeigt das Platinen-Layout, *Bild 8* den Bestückungsplan.

Der komplette Zusammenbau erfolgt nach Bild 1. Für die Verbindungen der einzelnen Platinen, Schalter und Potentiometer müssen abgeschirmte Leitungen verwendet werden.

Herbert Sax

IC betreibt 50-Watt-Hi-Fi-Endstufe

Konzeption der Schaltung

Voraussetzung für das Erreichen einer Nf-Leistung von 50 W an 4 Ω bei einem Hi-Fi-Verstärker ist zum einen ein Spitzenstrom von 5 A und zum anderen eine Versorgungsspannung von über 40 V. Bedingt durch die Chipgröße und zusätzlich abhängig von der SOA-Protection, ist der TDA 2030 allein nicht in der Lage, den erforderlichen Strom von 5 A zu liefern, so daß ein großer Teil extern aufgebracht werden muß.

Ein weiteres Hindernis ist die im Datenblatt angegebene maximale Versorgungsspannung von 36 V, deren Grenzwert jedoch im wesentlichen von der Verlustleistung mitbeeinflußt wird. Limitiert man den Ausgangsstrom des TDA 2030 auf ca. 1 A, ist die physikalische Grenzspannung des ICs von 44 V zu erreichen, da das IC in einer Hochvolt-Technologie hergestellt wird.

Die genannten Forderungen, die Voraussetzungen sind für eine Leistungserweiterung auf 50 W *(Bild 1)*, können durch wenige zusätzliche Bauelemente erfüllt werden. Sie sind in der Schaltung nach *Bild 2* zu sehen, die für symmetrische Versorgungsspannung ausgelegt ist.

Funktion der Schaltung

Liegt ein Nf-Signal am Eingang Pin 1 des ICs, so fließt je nach Signalhalbwelle ein Strom + oder – V_s durch die niederohmigen Widerstände R7/R8 über den IC-Ausgang Pin 4 zum Lastwiderstand R_L.

Bleibt der Strom I_4 deutlich unter 1 A, ist der Spannungsabfall an den Widerständen R7/R8, die den Basis-Emitter-Strecken der Transistoren T1 und T2 parallel liegen, nicht hoch genug, um diese zu öffnen und einen Kollektorstrom fließen zu lassen. Das IC übernimmt also bis zu einer Spitzenspannung von 4 V an 4 Ω (was etwa 2 W bedeutet) die gesamte Steuerleistung. Übersteigt der Laststrom I_{out} 1 A, werden die Transistoren T1 bzw. T2 aufgrund ihrer steilen Eingangskennlinien sehr schnell leitend und liefern Kollektorstrom. Das IC bildet mit den Transistoren T1 und T2 einen geschlossenen Regelkreis, da deren Kollektoren gerade nur soviel Strom liefern, wie für $I_{out} - I_4$ erforderlich ist.

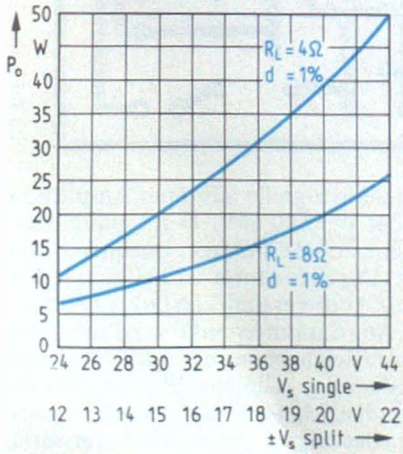
Ohne oder bei niedrigem Signal am IC-Eingang fließt durch die Transistoren T1 und T2 kein Strom, auch kein Ruhestrom, denn diese sind gesperrt. Da das IC eine interne Ruhestromversorgung seiner Endstufe enthält, können auch keine Übernahmeverzerrungen entstehen.

Auch bei einsetzendem Kollektorstrom der Transistoren T1 und T2 ist der IC-Ausgangsstrom mit 1 A noch genügend am Laststrom I_{out} durch R_L beteiligt, um Übernahmeverzerrungen mit Sicherheit zu unterbinden. Die Gesamtschaltung ist daher unkritisch beim Aufbau und betriebssicher.

Es ist jedoch darauf zu achten, daß die beim IC sonst übliche Sicherheit gegen Kurzschluß nicht mehr gegeben ist, da der Kollektorstrom der externen Leistungstransistoren in den vorliegenden Schaltungen nicht begrenzt ist. Der thermische Schutz arbeitet jedoch nach wie vor.

Hinweise zum Aufbau

Die Schaltung in *Bild 3* mit unsymmetrischer Versorgungsspannung wird zum Nachbau vorgeschlagen. Das Layout ist in *Bild 4* und der Bestük-



◄ Bild 1. Ausgangsleistung in Abhängigkeit der Versorgungsspannung bei 1 % Klirrfaktor

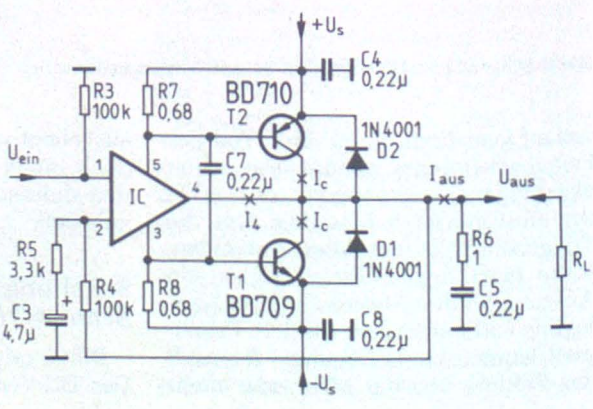


Bild 2. ► Schaltung des Verstärkers für symmetrische Versorgungsspannung

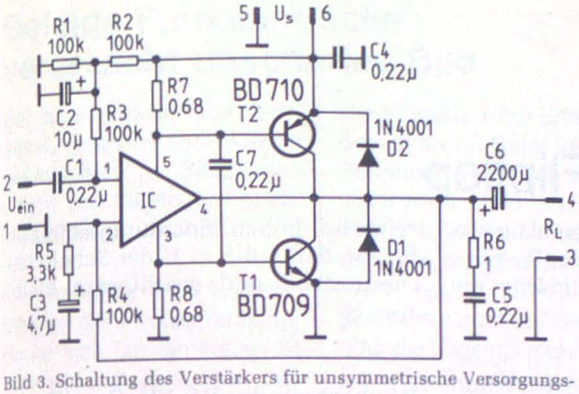


Bild 3. Schaltung des Verstärkers für unsymmetrische Versorgungsspannung

Tabelle 1: Technische Daten

Versorgungsspannung:	max. 44 V
Lastwiderstand:	min. 4 Ω
Ausgangsleistung:	siehe Bild 1
Verstärkung:	30 dB (Änderung durch R4)
Ruhestrom:	40 mA

Tabelle 2: Stückliste

IC	TDA 2030	C1	0,22 µ
T1	BD 709, BD 203 oder BDX 77	C2	10 µF/25-V-Elko
T2	BD710, BD 204 oder BDX 78	C3	4,7 µF/25-V-Elko
R1	100 kΩ	C4	0,22 µF
R2	100 kΩ	C5	0,22 µF
R3	100 kΩ	C6	2200µF/25-V-Elko
R4	100 kΩ	C7	0,22 µF
R5	3,3 kΩ	C8	0,22 µF (nur Bild 2)
R6	1 Ω	D1	1N 4001
R7	0,68 Ω	D2	1N 4001
R8	0,68 Ω		

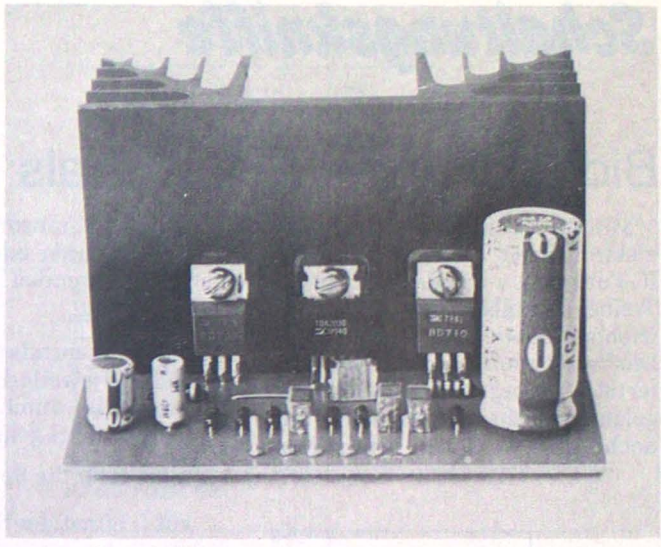


Bild 6. ▶ Betriebsfertige Platine mit montiertem Kühlkörper

kungsplan in *Bild 5* dargestellt. Sowohl die Transistoren als auch das IC müssen isoliert auf dem Kühlkörper montiert werden, da sie unterschiedliche Potentiale aufweisen. Im Interesse der Zuverlässigkeit des Aufbaus sollte der Wärmewiderstand des Kühlkörpers nicht über 2 K/W liegen. Die beiden Schraubbefestigungspunkte A und B (Bild 5) müssen elektrisch miteinander verbunden werden, wenn sie es nicht schon über den Kühlkörper sind. Den Aufbau und die Montage des Kühlkörpers zeigt *Bild 6*. Bei Verwendung eines unstabilisierten Netzteils ist darauf zu achten, daß die Leerlauf-Gleichspannung 44 V nicht übersteigt. Technische Daten und Stückliste sind den *Tabellen 1 und 2* zu entnehmen. Der nächste Beitrag beschreibt die Schaltung einer 70-W-3-Weg-Aktivbox mit dem TDA 2030.

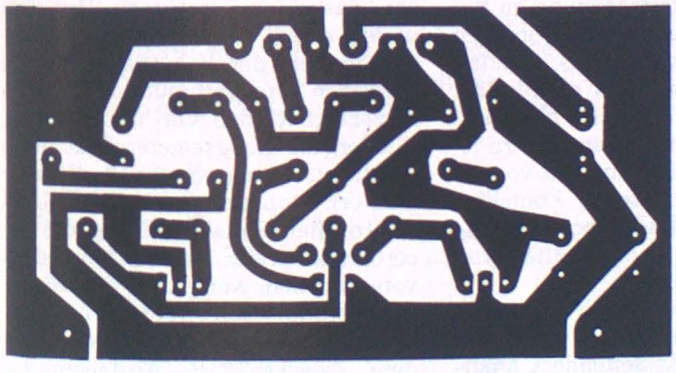


Bild 4. Platinen-Layout der Schaltung nach Bild 3

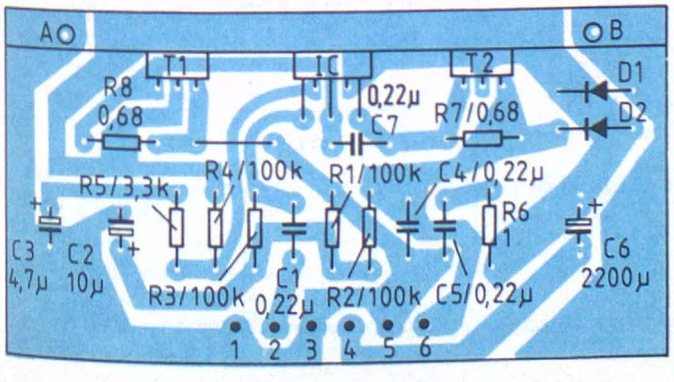


Bild 5. Bestückungsplan der Schaltung nach Bild 3

Schaltungskniffe – von Lesern für Leser

Diese Sparte innerhalb der Rubrik Praxis & Hobby erfreut sich allgemein großer Beliebtheit. Jeder, der eine Schaltungsidee hat, kann bei den „Kniffen" mitmachen. Wer hat nicht beim Experimentieren schon einmal für ein Problem eine „geniale" Lösung gefunden, die sich lohnt, der Nachwelt erhalten zu werden?

So stellen wir uns einen Schaltungskniff vor:

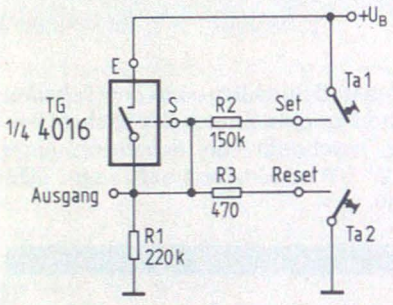
- Der Umfang einschließlich eines kurzen Textes sollte nicht mehr als eine halbe Seite der FUNKSCHAU beanspruchen.
- Es sollen wirklich handelsübliche Bauteile verwendet werden, und die Schaltung muß auch tatsächlich reproduzierbar funktionieren.
- Die Kosten für die Bauteile dürfen nicht wesentlich über 20 DM liegen.
- Der Schaltungskniff muß auch „kneifen". Schicken Sie uns deshalb keine Standardschaltungen.

200 DM erhalten Sie für Ihre Mühe, wenn Ihr Beitrag in der FUNKSCHAU veröffentlicht wird.

Schaltungskniffe

Bidirektionaler Schalter als RS-Flipflop

Mit der Tatsache, daß beim Entwurf elektronischer Schaltungen einzelne IC-Funktionen wie Gatter, Inverter und Treiber übrigbleiben, sieht sich der (Hobby-)Elektroniker öfter konfrontiert. Die Verwendung von Gattern als Inverter oder Treiber (und ggf. umgekehrt) ist geläufig. Nicht bekannt sein dürfte jedoch, daß sich ein bidirektionaler Schalter (Transmission Gate) als bistabiler Schalter oder Speicher (RS-Flipflop) verwenden läßt. Das *Bild* zeigt die Schaltung.



Bidirektionaler Schalter (Transmission Gate TG) als RS-Flipflop

Das Transmission Gate (TG) selbst schaltet jeweils dann von A nach E und umgekehrt durch, wenn der Steuereingang S auf H gelegt wird. Praktisch genügt dafür die Spannung $\geqq \frac{U_B}{2}$. Mit S auf L öffnet der Schalter.

Setzen des RS-Flipflop (Set)

Nimmt man zunächst an, daß der Schalter offen sei (A = L), dann liegt wegen der Verbindung des Ausgangs A zum Steuereingang S auch S auf L – der Schalter bleibt offen. Schließt man den Taster Ta 1, dann steigt das Potential an S durch den Spannungsteiler R 2/R 1 soweit an, daß der Schalter TG schließt. Der Strom durch den Schalter erzeugt auch nach Öffnen von Ta 1 einen ausreichend hohen Spannungsabfall an R 1, so daß mit S = H der Schalterzustand stabil und geschlossen bleibt. A = H.

Rücksetzen des RS-Flipflop (Reset)

Der Innenwiderstand Ri beträgt größenordnungsmäßig ca. 1 kΩ. Beim Schließen des Reset-Tasters Ta 2 sinkt das S-Potential wegen des Spannungsteilers Ri/R 3 unter der H-Schwelle, der Schalter öffnet, und nach Öffnen des Tasters erhält S über R 1 L-Potential. Der Schalter bleibt somit geöffnet und stabil: A = L.

Als RS-Flipflop eignet sich das TG besonders zur Ansteuerung durch getrennte Setz- und Rücksetzeingänge. Während der Wert von R 3 in der Größenordnung von Ri liegen muß, lassen sich R 1 und R 2 in weiten Grenzen variieren.

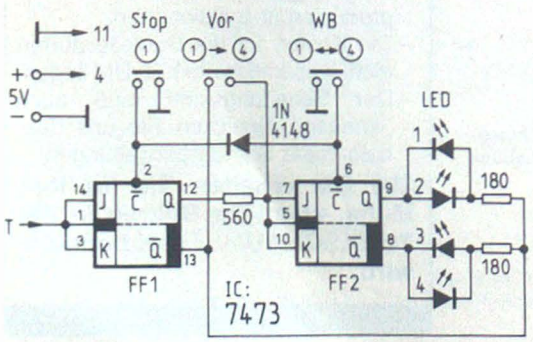
Michael Arnoldt

Trickreiches 4-Kanal-Lauflicht

Bild 1 zeigt die Schaltung eines 4-Kanal-Lauflichtes mit geringem Aufwand. Die LEDs leuchten in der Reihenfolge 4-3-2-1 usf. auf. Wird der Kontakt „Vor" geschlossen, kehrt sich die Reihenfolge um; schließt man „WB", so blinken LED 1 und 4 wechselweise auf. Schließen von „Stop" setzt beide Flipflops zurück und läßt so LED 1 konstant leuchten. Ordnet man die LEDs „ringförmig" an, so kann man „WB" durch einen Kontakt von Pin 2 nach Pin 13 ersetzen, LED 1 und 3 blinken dann wechselweise. Die 180-Ω-Widerstände begrenzen den Strom durch die LEDs und verhindern, daß eine zweite LED wegen zu hoher Restspannung an Pin 13 mitglimmt; gegebenenfalls müssen die Widerstandswerte etwas geändert werden. Ebenso kann es erforderlich sein (je nach IC), Pin 2 und 6 über Pull-Up-Widerstände (560 Ω) an Plus zu legen, was den Stromverbrauch von ca. 25 mA bei geschlossenen Kontakten verdoppelt. Die Versorgungsspannung von 5 V sollte genau eingehalten werden.

In der gezeigten Form wurde die Schaltung in ein Kassettendeck eingebaut und mit zusätzlichen Kontakten am Tastensatz gesteuert. Der Takt wurde einem Oszillator nach *Bild 2* entnommen, der sich ebenfalls durch niedrigen Stromverbrauch auszeichnet. Angezeigt werden Vor- und Rücklauf, Wiedergabe (langsamerer Takt durch Parallelschaltung von 2x 10 µF im Oszillator), Stop und Pause („WB"). Bei elektrischer Endabschaltung des Recorders kann der Takt auch den dafür vorgesehenen Kontakten am Wickeldorn entnommen werden. Natürlich eignet sich die Schaltung auch für andere Zwecke, z. B. Ansteuern von Triacs über LDRs für ein „großes" Lauflicht.

Joachim Eckert



◄ Bild 1. 4-Kanal-Lauflicht mit nur einem IC

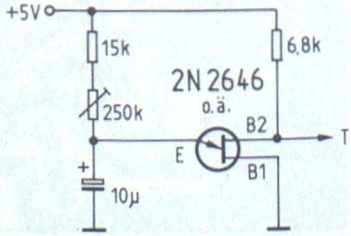


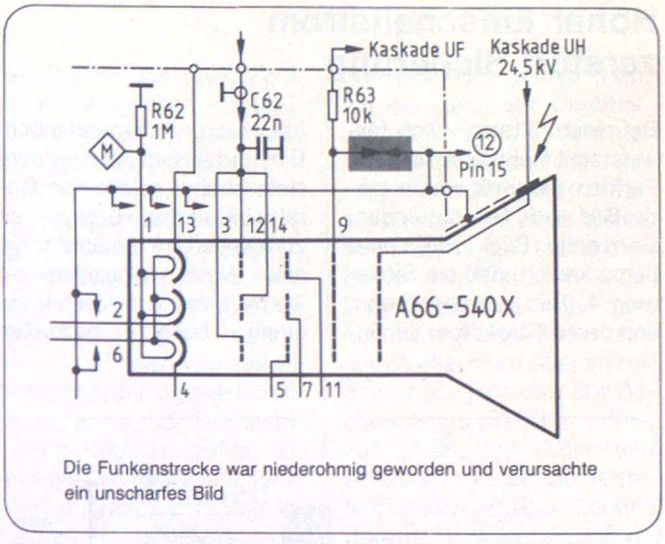
Bild 2. ► Einfacher Taktgenerator mit niedrigem Stromverbrauch

Defekte Funkenstrecke verursacht unscharfes Bild

Bei einem neuen Farbfernseh-Chassis mit zwölf einzeln gekapselten Bausteinen zeigte sich folgender Fehler: Das Bild war unscharf.

Ich vermutete eine Fehleinstellung der Focusspannung, da es sich um ein Neugerät handelte. Ich versuchte, das Gerät zu focussieren, ohne Erfolg. Nach Messen der Focusspannung konnte man auch noch keine Aussage treffen, denn sie war vorhanden und ließ sich auch regeln, war aber etwas zu klein. Erst eine Vergleichsmessung an einem anderen Gerät gleichen Typs brachte Erfolg. Bei dem defekten Gerät fiel mehr Spannung über den Focuswiderstand R 63 ab (*Bild*). Eine Prüfung des Widerstandes blieb erfolglos, denn sein Wert betrug 10 kΩ. Nun konnte nur noch die Bildröhre oder die Funkenstrecke einen Feinschluß aufweisen. Da man meistens das einfachste als Fehlerursache annimmt, prüfte ich die Funkenstrecke und stellte einen Widerstandwert der Funkenstrecke von einigen kΩ fest. Nach Erneuern der Funkenstrecke ließ sich das Gerät wieder einwandfrei focussieren. Da der Fehler nicht ohne weiteres auszumessen und schon des öfteren aufgetreten ist, soll dieser Bericht eine kleine Hilfe für den Service sein.

Gerd Schniedermann



Die Funkenstrecke war niederohmig geworden und verursachte ein unscharfes Bild

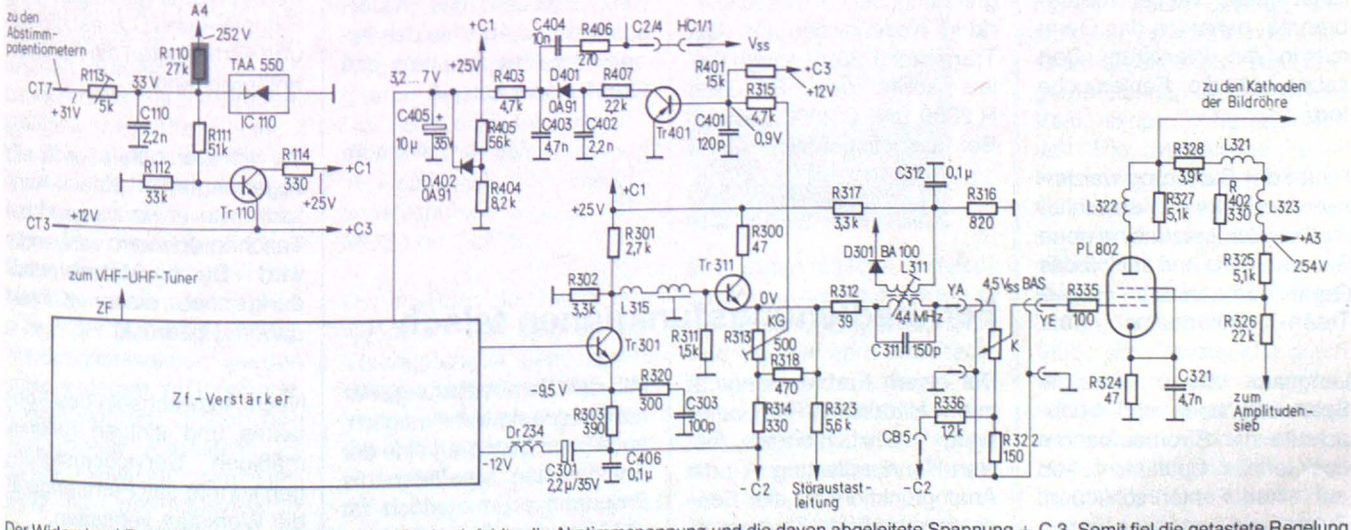
Fehlende Abstimmspannung bewirkt Dunkelsteuerung der Bildröhre

Bei einem älteren, noch teilweise mit Röhren bestückten Farbfernsehgerät beanstandete der Kunde: kein Bild, kein Ton.

Eine erste Überprüfung ergab, daß die Hochspannung vorhanden war; Schirmgitter- und Steuergitterspannung der Bildröhre stimmten. Die Spannung an den Katoden der Farbbildröhre war mit 250 V zu hoch. Der Ton rauschte in den ersten 20 Sekunden nach dem Einschalten und verstummte dann.

Ausgehend von den Katoden der Bildröhre verfolgte ich nun den Weg des Leuchtdichte-Signals. An der Anode der PL 802 betrug die Spannung ebenfalls 250 V. Die Spannung am Steuergitter war mit –4,5 V zu negativ. Diese negative Spannung konnte ich bis zum Ausgang des Zf-Verstärkers (Basis Tr 301) verfolgen. Die Spannung am Fußpunkt des Video-Demodulators (Dr 234) stimmte.

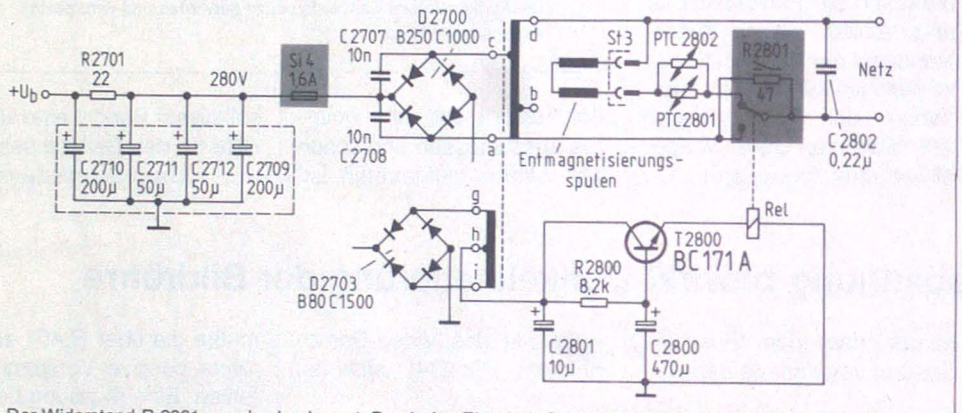
Also arbeitete der Zf-Verstärker nicht. Die Betriebsspannung betrug 25 V, die Regelspannung war mit 6,8 V trotz des fehlenden Eingangssignals zu hoch. Die 1. Zf-Stufe war also infolge der Aufwärtsregelung gesperrt. Der Grund für die hohe Regelspannung war eine negative Spannung an der Basis des Tr 401, der deshalb ständig leitete. Daher mußte die über R 401 zugeführte positive Vorspannung fehlen. Eine Messung bestätigte diesen Verdacht. Auch am Emitter und der Basis von Tr 110 fehlten die angegebenen 12 V. Auch die Abstimmspannung von 33 V war nicht vorhanden. Als Ursache ermittelte ich den Widerstand R 110, der eine Unterbrechung hatte. Nach dem Erneuern des Widerstandes arbeitete das Gerät wieder einwandfrei. *Meinard Arlowski*



Der Widerstand R 110 hatte eine Unterbrechung. Dadurch fehlte die Abstimmspannung und die davon abgeleitete Spannung + C 3. Somit fiel die getastete Regelung aus

Hoher Einschaltstrom zerstört Sicherung

Bei einem älteren, noch teilweise mit Röhren bestückten Farbfernsehgerät waren weder Bild noch Ton vorhanden. Beim ersten Blick in das Gerät bemerkte ich, daß die Sicherung 4 (*Bild*) durchgebrannt und deren Glaskörper von innen schwarz beschlagen war. Ich vermutete einen Schluß im abgesicherten Schaltungsteil. Mit dem Vielfach-Meßinstrument konnte ich aber einen solchen nicht feststellen. Da eine neu eingesetzte Sicherung sofort beim Einschalten wieder durchbrannte, nahm ich das Gerät mit in die Werkstatt. Dort setzte ich die Fehlersuche fort.



Der Widerstand R 2801 war durchgebrannt. Durch den Einschalt-Stromstoß brannte das Relais in der unteren Stellung fest

Hinter der Sicherung war immer noch kein Kurzschluß meßbar. Ich setzte eine neue Sicherung ein und schloß das Gerät an einen Regel-Trenn-Transformator an.

Langsam drehte ich die Spannung hoch und beobachtete die Stromaufnahme des Gerätes. Doch nichts ließ auf einen Fehler schließen. Zu meinem Erstaunen kamen Bild und Ton sofort einwandfrei. Auch nach mehrfachem Ein- und Ausschalten mit dem Netzschalter spielte das Gerät einwandfrei. Erst als es zum weiteren Probelauf direkt ans Netz angeschlossen wurde, brannte die Sicherung direkt beim Einschalten durch. Also konnte eigentlich nur ein zu großer Einschaltstrom fließen, der durch die Induktivität des Trenntrafos soweit reduziert wurde, daß die Sicherung nicht durchbrannte. Ich untersuchte daher die Einschaltstrombegrenzung, die bei diesem Gerät im wesentlichen aus dem Transistor T 2800, einem Relais sowie dem RC-Glied R 2800 und C 2800 besteht. Bei ausgeschaltetem Gerät befindet sich der Kontakt des Relais in der gezeichneten Stellung. Nach dem Einschalten des Gerätes liegt die Netzspannung also zunächst nur über den Sicherungswiderstand R 2801 (47 Ω) am Netztrafo an. Erst wenn sich C 2800 über R 2800 aufgeladen hat, schaltet der T 2800 durch, das Relais zieht an und der Arbeitskontakt schließt R 2801 kurz. Hier fand ich auch den Fehler. Der R 2801 war durchgebrannt. Deshalb war der Arbeitskontakt des Relais festgebrannt. Daher war der Einschaltstrom des Gerätes so groß, daß die Sicherung 4 durchbrannte. Nach Erneuern des Widerstandes und Abfeilen des Arbeitskontaktes arbeitete das Gerät wieder korrekt.

Meinard Arlowski

Fernbedienungsfunktionen falsch

Bei einem Farbfernsehgerät mit Ultraschall-Fernbedienung funktionierten bei Nah-Handbedienung die Analogfunktionen, die Senderwahl bewirkte Sprünge zu falschen Programmen. Mit der Fernbedienung war nur Programmwahl möglich, auch beim Druck auf eine der Analogtasten schalteten die Programme um, jedoch tat sich bei den Analogfunktionen selber nichts. Zunächst wechselte ich probeweise den Ultraschall-Empfänger-Baustein, dann das Mikrophon. Ein anderer Ultraschall-Geber brachte die gleichen Ergebnisse, und auch beim Überprüfen der Betriebsspannungen hatte ich keinen Erfolg. Auch ein neuer Programm-Elektronik-Baustein erbrachte keine Besserung.

Beim Messen am BCD-zu-Dezimal-Decoder-IC SN 74141 stellte ich fest, daß an den Eingängen A und D immer H-Signale, d.h. ca. + 4,5 V, anlagen. Der Ausgang des Decoders steuert bei Fernbedienungsbetrieb die Analogfunktionen, während parallel zu den Eingängen ein auf dem Elektronik-Baustein befindlicher programmierbarer Vorwärts-/Rückwärts-Zählerbaustein SN 74193 die Programmwahl übernimmt.

Da diese beiden Bausteine bereits ausgewechselt waren, mußte die falsche Spannung an anderer Stelle entstehen. Am Elektronik-Baustein lag parallel zu den IC-Eingängen A und D über zwei Entkopplungsdioden der Taster für die Uhreinblendung, der bei Tastendruck die Eingänge auf + 5 V legte. Dieser Taster hatte einen Kurzschluß. Daher lagen bei jeder Fernbedienungsfunktion die Signale A und D zusätzlich an und verfälschten die Funktion entsprechend.

Im Schalter befand sich ein sogenannter „Knack-Kontakt", wie er vorwiegend bei Taschenrechnern verwendet wird. Durch Materialermüdung blieb dieser Kontakt dauernd gedrückt.

Nach Auswechseln des Kontaktes und einigen routinemäßigen Serviceeinstellungen konnte das Fernsehgerät die Werkstatt verlassen.

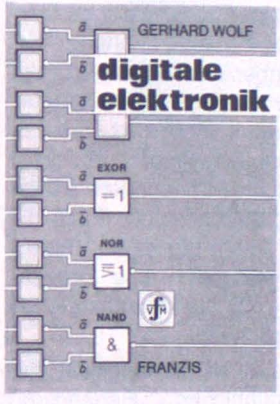
Erich Maskos

Der Hobby-Elektroniker plant seine Schaltungen selbst

Der sichere Weg, eine funktionsgerechte Schaltung zu entwerfen. Von Dieter Nührmann. 96 Seiten mit 86 Abbildungen und 9 Tabellen. Kart. RPB-electronic-taschenbuch Nr. 122. 7,80 DM. Franzis-Verlag, München. ISBN 3-7723-1221-7

Es ist gar nicht so schwierig, eine Schaltung „mal eben schnell zu entwerfen"... die dann später nicht funktioniert. So schreibt der Autor im Vorwort zu diesem Band, der die Reihe für den Hobby-Elektroniker ergänzt.
Im „kleinen Mathematicum" werden die notwendigsten Rechenoperationen abgehandelt, vor allem auch der Umgang mit Zehnerpotenzen ausführlich erklärt. Dann folgen Hinweise für den mechanischen Aufbau vom ersten Laborversuch bis zur fertigen, maßgeschneiderten Platine.
Um überhaupt planmäßig an einen Schaltungsentwurf herangehen zu können, müssen die charakteristischen Daten der Bauelemente bekannt sein. Anhand zahlreicher Bilder, Tabellen und Anwendungsbeispielen werden unter anderem Widerstände, Kondensatoren, Dioden und Transistoren vorgestellt. Es folgen Hinweise zum Umgang mit Operationsverstärkern, Glimmröhren und optoelektronischen Bauelementen. Immer wieder sind Berechnungsbeispiele zu Schaltungsdetails vorhanden. Nach der Lektüre dieses Bandes ist der Hobby-Elektroniker in der Lage, selber vielfältige Schaltungen zu planen, die dann auch funktionieren. Scho.

Digitale Elektronik



Die Arbeitsweise von integrierten Logik- und Speicherelementen. Von Gerhard Wolf. 4., völlig neu bearbeitete Auflage. 221 Seiten, 256 Abbildungen. Lwstr.-geb. 48 DM. Franzis-Verlag, München. ISBN 3-7723-5574-9

Die nunmehr vorliegende vierte Auflage orientiert sich am heutigen Stand der Technik und somit daran, daß es üblich ist, digitale Verknüpfungen und Speicher in integrierter Form zu verwenden. Der Autor erläutert daher zunächst elementare Vorgänge in Halbleitern und Integrationstechniken wie ECL, TTL, MOS und CMOS.

Die im Buch durchweg verwendeten DIN-Zeichen für Verknüpfungen (jene rechteckigen Kästchen) haben den Vorteil, auf einfache Weise die Umformung komplexer Schaltungen in Boole'sche Algebra zu gestatten, wenn auch die in den Kästchen stehenden Zeichen nicht immer mit den Boole'schen Operatoren identisch sind (z.B. & und :) – aber dafür kann der Autor ja nicht...

Die Neuauflage berücksichtigt nun auch den neuesten Stand der Speichertechnik, insbesondere die MOS-VLSI-Technologie. Außerdem hat sich der Autor darauf besonnen, daß digitale Schaltungen ja nicht ideale Umsetzungen Boole'scher Funktionen sind, sondern ganz reale Anordnungen von Bauelementen. Daher beschreibt er auch solche häufig vorkommenden Probleme wie Ausgangsbelastung, Leitungsreflexionen und Störsicherheit.

Das Buch wendet sich in erster Linie an Ingenieure, Techniker und Studenten der Nachrichtentechnik und Informatik. Es vermittelt ein Know-how, das sich auch in der Praxis erfolgreich einsetzen läßt. Fe.

Service-Meßtechnik

Eine wirtschaftliche und zeitsparende Arbeitsmethode in der Unterhaltungselektronik. Von Ing. Gerhard Heinrichs. 2., verbesserte Auflage. 153 Seiten mit 104 Abbildungen. Aus der Reihe Franzis-Service-Werkstattbuch. Lwstr-kart. 32.– DM. Franzis-Verlag, München. ISBN 3-7723-5632-X

Wie messe ich wann und wo, um ein Gerät der Unterhaltungselektronik mit dem geringsten Arbeitsaufwand instandzusetzen? Eine Antwort auf diese Frage bietet dieses Buch aus der bekannten Reihe der Franzis-Service-Werkstattbücher. Aber nicht nur diese Frage findet man hier in allen Einzelheiten beantwortet. Der Leser des Buches wird schnell bemerken, daß hinter den Zeilen tausende vom Autor abgeleisteter Stunden Arbeit an Geräten der Unterhaltungselektronik stecken. So mancher Kniff und Tip hilft nicht nur dem Anfänger, mit wenig Meßmitteln viel Ergebnisse zu erhalten, die dann zu der Reparatur des defekten Gerätes führen.

So kann man sich nach der Lektüre dieses Buches selbst an die sonst so in Servicekreisen gefürchteten Tuner heranwagen, wenn man sich an die Anweisungen des Autors hält und dessen ausgeklügelte Prüfaufbauten verwendet. Ob es Hi-Fi-Stereoanlagen oder Recorder sind, stets findet man einige Hinweise, die man in anderen Büchern vergeblich sucht.

Diese Hinweise sind für eine schnelle Reparatur aber oft ausschlaggebend. Es wird beispielsweise gezeigt, wie sich ein gewöhnliches Einstrahl-Oszilloskop zur Zeigerdarstellung (wie bei einem Vektorskop) heranziehen läßt. Die dynamische Funktionskontrolle bei Farbfernsehempfängern wird mit einer solchen Messung sinnvoll ergänzt. Die 1. Auflage dieses Buches hat bereits vielen geholfen, ihre persönliche Methode der Fehlersuche durch Messungen weiter zu verfeinern und vor allem Zeit dabei zu sparen. Voraussetzung zum wirkungsvollen Gebrauch des Buches sind lediglich einige Meßinstrumente. Ta.

Neue Bücher

Philips Presse-Taschenbuch

Rundfunk, Fernsehen, Audiovision. Von Dr. Jens M. Kroll. 300 Seiten, Dünndruckpapier. Im flexiblen PVC-Einband 25 DM. Kroll-Verlag, Seefeld/Obb.

Noch mehr Informationen, Namen und exakte Anschriften mit Telefonnummern findet man in der erweiterten Neuauflage dieses Presse-Taschenbuches. In diesem für alle Medienjournalisten und auch viele mit dem Pressewesen dieser Branche befaßten Insider zum nützlichen Handwerkszeug gewordenen Buch findet man auf 300 Seiten die Journalisten der Branche mit ihren Spezialgebieten, Tätigkeitsbereichen, Privat- und Dienstanschrift, die Fachpublikationen und Informationsdienste mit ihren Fachredakteuren, die Tagespresse mit den Ressorleitern Feuilleton und Funk/Fernsehen, Archive, Dokumentationsstellen usw. Das Taschenbuch erlaubt einen Einblick in die personelle Besetzung der deutschen Rundfunk- und Fernsehanstalten. Weitere hilfreiche Informationen lassen sich aus den umfangreichen Kapiteln über die Pressestellen der gerätetechnischen Industrie, der Importeure, Tonträger-Produktionsanstalten und AV-Unternehmen ziehen. Aber auch Kapitel über Forschungs- und Ausbildungsstätten, Bund- und Länderbehörden, Verbänden, Spitzengremien und Organisation sind enthalten. Dieses DIN-A6-Taschenbuch ist eine Hilfe bei der Suche nach dem richtigen Kontakt. Ta.

Ein Beitrag zum Einsatz von Feldeffekttransistoren als quadratische Elemente

Von Prof. Dr.-Ing. Horst Gad. 1. Auflage, 138 Seiten mit 67 Abbildungen. Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen, Heft 2866/ Fachgruppe Elektrotechnik/Optik. Kart. 30 DM. Westdeutscher Verlag, Opladen.
ISBN 3-531-2866-9

Feldeffekttransistoren (FETs) haben ein breites Anwendungsfeld in der analogen Schaltungstechnik der Elektronik und speziell im Bereich der Nachrichtentechnik. Dabei wird oft ein besonderer Vorzug dieser Bauelemente ausgenutzt: die Kennlinien haben in einem bestimmten Bereich einen quadratischen Verlauf. Dies gewährleistet beim Einsatz von FETs als Verstärker ein geringes Verzerren. Ebenso eignet er sich natürlich zur Realisierung quadratischer Funktionen.

Der Autor beschreibt in seinem Werk die Anwendung des FETs als quadratisches Element, wobei Bezug auf PN-FETs, MOS-FETs und monolithisch integrierte Schaltkreise genommen wird. Ebenso erklärt er, wie bei Aussteuerung innerhalb des Anlaufgebietes abhängig von der Last der Symmetrie- und Verzerrungsabgleich vorgenommen wird, welches Verhalten die Schaltung bei Temperaturänderungen zeigt und wie dieser Temperaturgang kompensiert werden kann. Ein anderer Abschnitt beschreibt besondere Schaltungsmaßnahmen, durch die bei einem günstigen Verzerrungsabgleich eine Erweiterung des Aussteuerbereiches möglich ist.

Das Buch ist aufgrund der ausführlichen Behandlung des Themas in erster Linie für Studierende der Fachbereiche Elektronik, Nachrichtentechnik u.ä. an Universitäten und Fachhochschulen geeignet. Doch auch der Entwickler elektronischer Schaltungen findet durch das Buch einen Einstieg in diesen speziellen Anwendungsbereich oder eine Vertiefung bereits vorhandenen Wissens. Kn.

Taschenrechner- und Mikrocomputer-Jahrbuch 1980

Herausgegeben von Dr.-Ing. Harald Schumny. 258 Seiten. Kart. 22.80 DM. Vieweg-Verlag, Wiesbaden.
ISBN 3-528-04154-4

Was Harald Schumny hier zusammengestellt hat, sucht derzeit sicher seinesgleichen.

Das Jahrbuch enthält einen Fachteil mit Beiträgen von so hervorragenden Autoren wie dem „6502-Papst" R. Löhr, dem Taschenrechner-Spezialisten D. Nenner und vielen anderen. Ein „Datenteil" beinhaltet zahlreiche Tabellen heutiger Taschenrechner und Mikrocomputer, die wirklich auf dem neuesten Stand sind und auch Geräte berücksichtigen, die erst ab Anfang 1980 überhaupt lieferbar sein werden, oder die inzwischen gar nicht mehr hergestellt werden.

Die Datenfülle des Jahrbuches ist enorm. Eine Aufstellung der Magnetband-Aufzeichnungsverfahren findet man darin ebenso wie technologische Betrachtungen über Speicher-ICs. Man kann sich nur wünschen, daß der Herausgeber sich im nächsten Jahr wieder die Mühe macht! Fe.

Funkschau

Impressum, Fortsetzung von Seite 14

Anzeigen Auslandsvertretungen:
Schweiz: Exportwerbung, Neptunstraße 20, CH-8032 Zürich, Tel.: 01-47 46 90, telex 53 327 – **United Kingdom:** Publicitas Ltd., 525/527 Fulham Road, London SW6 1 HF, phone: 01-3 85 77 23, telex: 919 223 almilon – **Japan:** International Media Ltd., 1, Shiba-Kotohiracho, Minatoku, Tokyo, phone: 502-06 56, telex: J 22 633 – **Korea:** International Marketing Corp., C.P.O. Box 6533, Seoul, Korea, phone: 74 75 35 – **USA:** INTA Advertising, Inc., 1560 Broadway, New York, N. Y. 10036, phone: (212) 575-92 92 – California: Elmatex international, P.O. Box 34 607, Los Angeles, Calif. 900 34, Tel. (2 13) 8 21-85 81.

Bezug Auslandsvertretungen:
Belgien: Internationaal Persagentchap PVBA, Karel Govaertsstraat 56–58, Deurne-Antwerpen. – **Dänemark:** Jul, Gjellerups Boghandel, Kopenhagen K., Solvgade 87. – **Niederlande:** De Muiderkring N. V., Bussum, Nijverheidswerf 17-19-21. – **Österreich:** Fachbuch Center Erb, 1061 Wien, Amerlingstr. 1. – **Schweiz:** Verlag Thali AG, Hitzkirch (Luzern). – **Frankreich:** Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, F-75010 Paris.

Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.
Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder ähnlichem Wege bleiben vorbehalten.
Fotokopien für den persönlichen und sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopien hergestellt werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder benützte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG WORT, Abteilung Wissenschaft, Goethestraße 49, 8000 München 2, von der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.

© 1980 Franzis-Verlag, München

Bei Erwerb, Errichtung und Betrieb von Empfängern, Funksprechgeräten, drahtlosen Mikrofonen und anderen Funkanlagen in der Bundesrepublik Deutschland sind die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen zu beachten.

Für Bauanleitungen, Schaltungen und Programme in der FUNKSCHAU zeichnen die Verfasser bzw. Entwickler verantwortlich. Die Redaktion hat die Manuskripte, Schaltungen und Programme mit größter Sorgfalt geprüft, kann aber für Fehler im Text, in Schaltbildern, Aufbauskizzen, Stücklisten, Programm-Listings usw., die zum Nichtfunktionieren oder evtl. zum Schadhaftwerden von Bauelementen führen, weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Sämtliche Veröffentlichungen in der FUNKSCHAU erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes, auch werden Warennamen ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benützt.

Chiffre-Zuschriften dürfen sich nur auf den Inhalt der betreffenden Anzeigen beziehen. Zuschriften, die wir als Werbesendungen erkennen, werden nicht weitergeleitet.